

## ULTRASTRUKTURA PLEMNIKA BUHAJA \*

ERIK BLOM

Państwowy Instytut Weterynarii — Kopenhaga  
(Statens Veterinaere Serumlaboratorium — Kobenhavn)

Od wielu lat morfologia nasienia buhaja jest przedmiotem intensywnych badań prowadzonych w celu dalszego wyjaśnienia przyczyn niepłodności samców. Należy przypomnieć, że buhaj był przedmiotem licznych badań o znaczeniu podstawowym dla ustalenia zależności między obniżoną płodnością samca a morfologią jego plemników, podejmowanych przez Williamsa i Sawage'a, Lagerlöfa i innych.

Rozwój technik mikroskopii elektronowej, a zwłaszcza technik ultracienkich skrawków, spowodował ponowne zainteresowanie się tymi problemami. W następstwie tego nowy świat szczegółów delikatnej budowy plemnika, tego maleńkiego cudu natury, ukazał się przed oczami badaczy \*\*. Jesteśmy dopiero na początku tej nowej ery, gdyż technika badań doskonalili się z roku na rok.

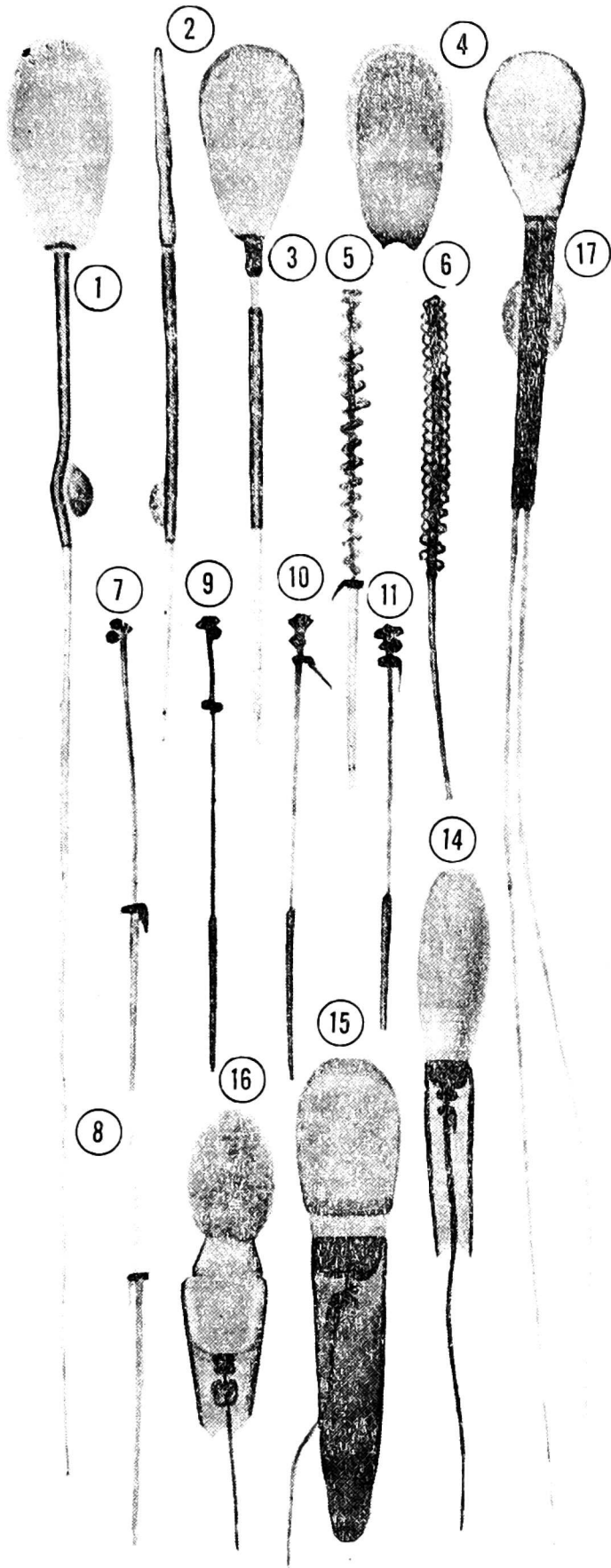
Opisy ultrastruktury plemnika buhaja będą oparte na mikrofotografiach z pod mikroskopu elektronowego z prac publikowanych i niepublikowanych Birch-Andersena i moich (1958—1963).

Klasyczny opis plemnika buhaja znamy np. z pracy Retziusa (1909) (rys. 1). Opisuje on w niej wszystkie szczegóły, które można zobaczyć przy użyciu mikroskopu świetlnego w największym powiększeniu około 2000 razy. Najogólniej plemnik jest podzielony na główkę i witkę. Witkę można dalej podzielić na wstawkę (długości około 15  $\mu$ ), część główną (45  $\mu$ ) i część końcową (5  $\mu$ ).

\* Referat wygłoszony na zebraniu Komisji Fizjologii i Patologii Rozrodu Oddz. PTNW w Krakowie, w dniu 27. IX. 1963.

\*\* Wobec podania szeregu nowych szczegółów budowy plemnika, których nomenklatura polska nie została jeszcze ustalona, tłumacze wprowadzili szereg nowych terminów, jako próbę ich ustalania.

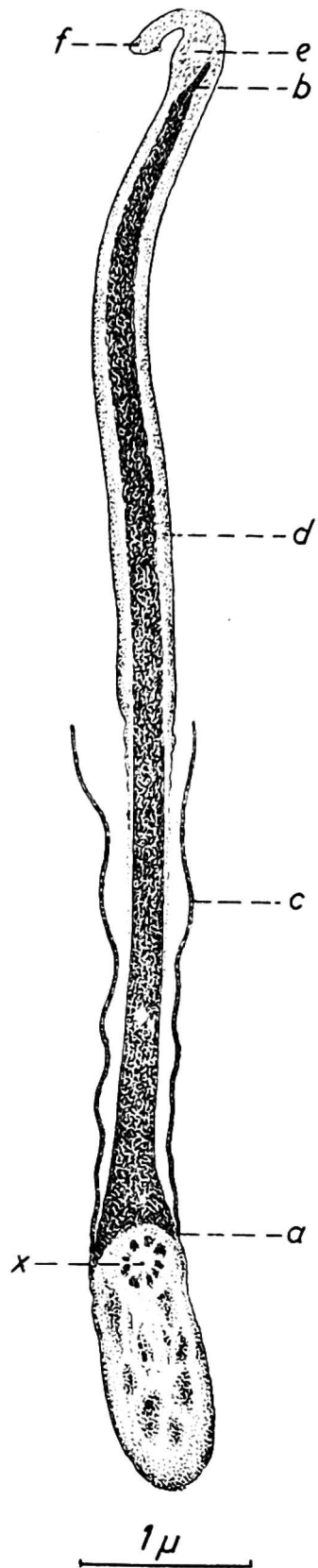
☞ Cenne będą wszelkie uwagi, które umożliwiłyby dyskusję na ten temat.



Rys. 1. Morfologia plemnika buhaja (Reticularia) (Retzius 1909). 1 i 3 — plemnik buhaja widziany od płaskiej strony; 2 — plemnik buhaja z profilu; na 1 i 2 widoczne krople protoplazmy w położeniu dalszym; 3 — uwidocznione na krótkim początkowym odcinku wstawki, włókno osiowe; 4 — luźna główka z wyraźnie uwidocznioną czapeczką głowy — *galea capitis*; 5 i 6 — formowanie się otoczki mitochondrialnej na niedojrzałym plemniku; 7—11 — szczegółowe rysunki różnie ułożonych śródciałek w końcowej fazie spermiogenezy; 14—16 — plemniki w czasie spermiogenezy („Manchette-phase“); 17 — plemnik z podwójną witką

### Główka plemnika

Od czasu zastosowania mikroskopu elektronowego, większość nowych wiadomości uzyskano, badając przekroje strzałkowe, przez środek płaskiej główki plemnika. Zasadnicza część główki tworzy gęste, jednorodne w obrazie elektronowym jądro, mające prawie taki sam kształt jak cała



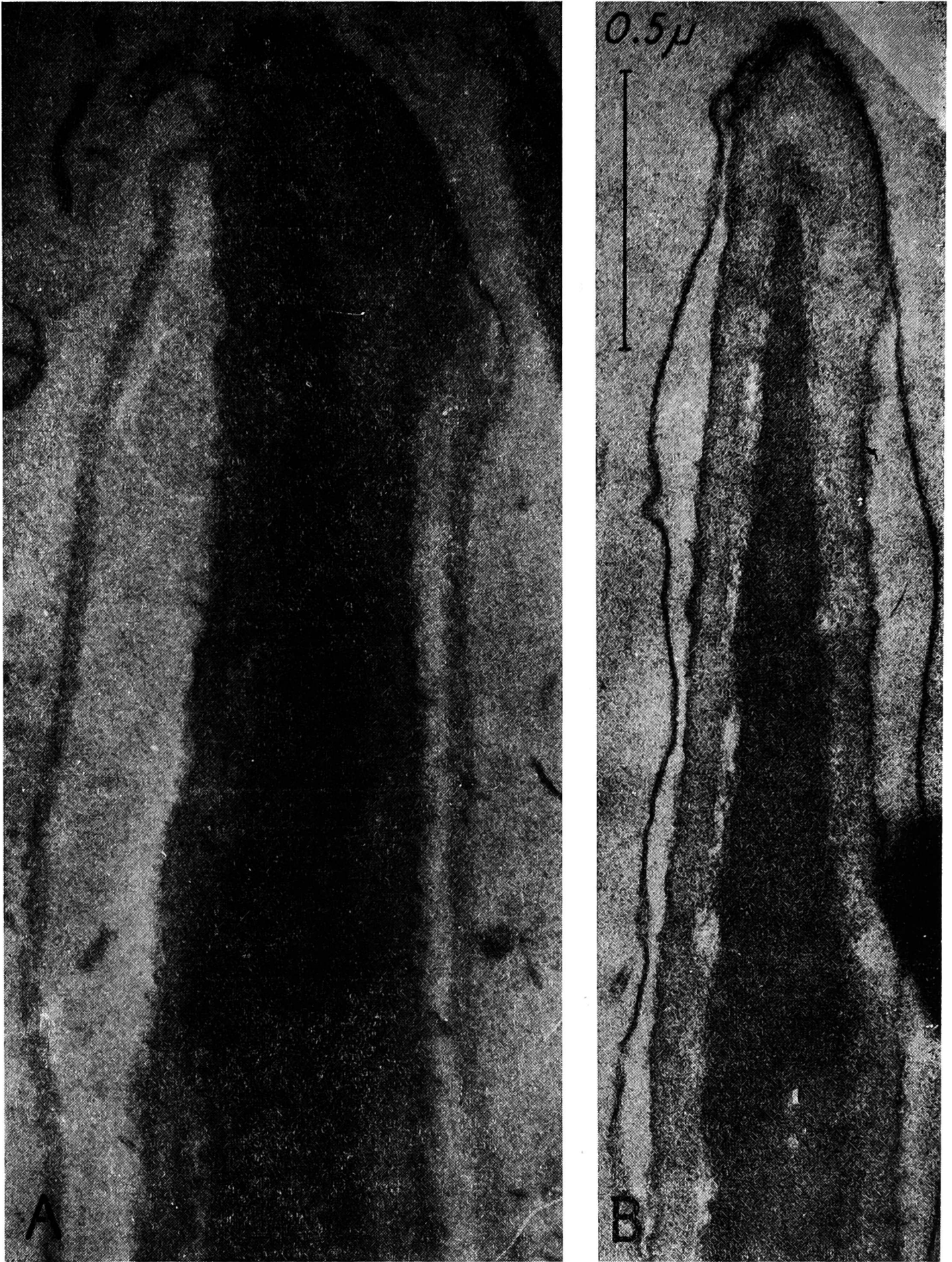
Rys. 2. Strzałkowe przekroje przez kilka główek plemników normalnego, płodnego buhaja. Strzałka wskazuje główkę. Przy podstawie jądra widoczne bliższe śródciałko. Na przedniej krawędzi główki wyrostek szczytowy. Wodniczka szczytowa widoczna również na przekrojach innych główek. Na prawo rysunek schematyczny główki oznaczonej strzałką: a — podstawa jądra, b — szczyt jądra z perforatorium, c — czapeczka pozajądrowa, d — czapeczka głowy (*galea capitis*), e — wodniczka szczytowa w wyrostku szczytowym, f — fałd szczytowy, x — śródciałko bliższe. Uwaga: błony komórkowej brak. (Blom i Birch-Andersen, 1961)





Rys. 3. Przekrój strzałkowy dwu główek plemników z ogona najądrza normalnego buhaja. Błona komórkowa prawie nieuszkodzona. Strzałki wskazują górną granicę czapeczki pozajądrowej. Po stronie lewej przekroje przez kroplę protoplazmy. W górnej kropli widoczny przekrój poprzeczny przez wstawkę. (Blom i Birch-Andersen, materiały niepublikowane)





Rys. 4. Dwa przekroje strzałkowe główek plemników ejakulowanych. Wyrostki szczytowe mniej zaznaczone. Na szczycie jądra perforatorium. Można zauważyć ścisłe nałożenie błony komórkowej na zewnętrzny i przedni brzeg wyrostka szczytowego.  
(Blom i Birch-Andersen, materiały niepublikowane)





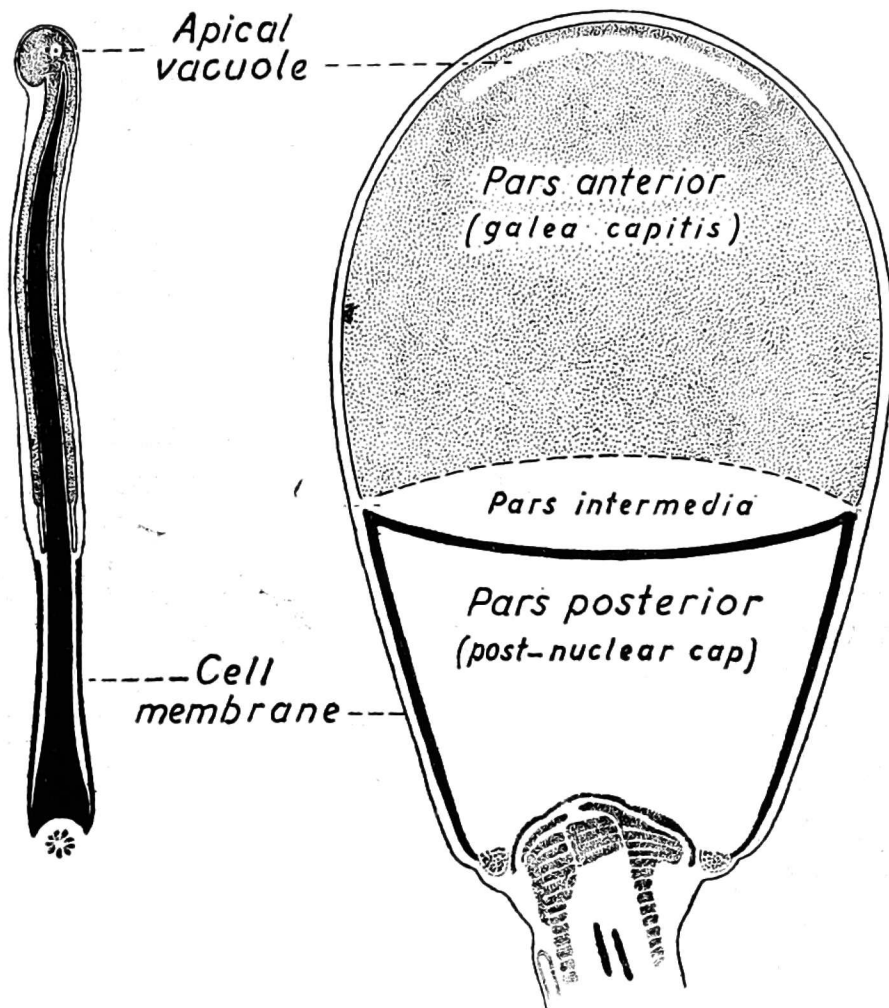
Rys. 5A. Przekrój strzałkowy przez główkę plemnika ejakulowanego normalnego buhaja. Widoczny jest zawinięty przedni brzeg okryty nietkniętą błoną komórkową oraz wewnątrz perforatorium

Rys. 5B. Ta sama okolica główki plemnika nieplodnego buhaja fryzyjskiego z typową zmianą, od której nazwano tego typu plemniki guzowatymi („knobbed sperm“). Widać wielkie nabrzmienie ciała szczytowego podobne do dużej cysty i z dwoma tworami wewnątrz. (Blom i Birch-Andersen, 1962)



główka. Jądro ma nieco grubszą podstawę, w której zaznacza się rowek przyczepienia (implantation groove), położony między dwoma podstawowymi węzłami (basal knobs). Na przodzie jądro ma ostry szczyt (*apex*), który tworzy przednią jego krawędź (*perforatorium* (b) rys. 2 i 6).

Główkę pokrywają dwa różne systemy błon cytoplazmatycznych. Pierwszy system, bardziej zewnętrzny stanowi cienka i bardzo delikatna



Rys. 6. Schematyczne rysunki normalnej główki plemnika na przekroju strzałkowym; prawdopodobny ich rozkład na płaskiej stronie (fałd szczytowy niewidoczny). Na przekroju strzałkowym przedstawione jest najbardziej prawdopodobne ukształtowanie części środkowej (*pars intermedia*) odpowiadającej segmentowi równikowemu (oryg. rys. według P. H. Winther)

błonka komórkowa, pokrywająca cały plemnik, łącznie z główką (rys. 4) i witką. Drugi i bardziej skomplikowany system błonek znaleziono między błoną komórkową a jądrem (rys. 6). System ten dzieli się na część przednią, stanowiącą czapeczkę głowy (*galea capitis*), zwaną przez niektórych autorów akrosomem, oraz na część tylną, stanowiącą czapeczkę tylnej części jądra, zwaną również czapeczką pozajądrową (*post nuclear cap*). Czapeczka pozajądrowa pokrywa mniej więcej podstawową połowę jądra (*pars posterior*). W ejakulowanych plemnikach jest to raczej cienka,

lecz stosunkowo nieprzepuszczalna dla strumienia elektronów błona, którą się często widzi ściśle przytwierdzoną do błony komórkowej (rys. 3). Ze względu na ściśle połączenie obecność jej jest kwestionowana przez niektórych autorów.

Mniej więcej połowa przedniej części jądra (*pars anterior*), jest pokryta nieco grubszą (około  $0,1 \mu$ ) i bardziej przezroczystą w obrazie elektronowym czapeczką głowy (*galea capitis*). Na jednej z płaskich stron, wzdłuż przedniej krawędzi głowy, *galea capitis* ma charakterystyczne zgrubienia, które nazwaliśmy wyrostkiem szczytowym (apical body) (rys. 2). Twór ten wydaje się być homologiczny z opisanym przez F a w c e t t a (1962) akrosomem w późnej spermatydzie kota.

Wyrostek szczytowy ma postać mniej lub bardziej zagiętego fałdu i zgrubienia, w którym umieszczony jest wąski cylindryczny twór czyli wodniczka (*vacuola*). Ta wodniczka, zwana wodniczką szczytową (apical vacuole) biegnie równoległe do fałdu wzdłuż przedniego brzegu głowy plemnika (fig. 2, 6). Jeśli tylko widoczna jest nieuszkodzona błona komórkowa, to wyrostek szczytowy znajduje się zawsze wewnątrz niej (rys. 5 A). Wydaje się, że wyrostek szczytowy ma bardzo delikatną budowę, tak delikatną, że można ją zachować i zidentyfikować tylko w plemnikach żywych w czasie utrwalania przyżyciowego.

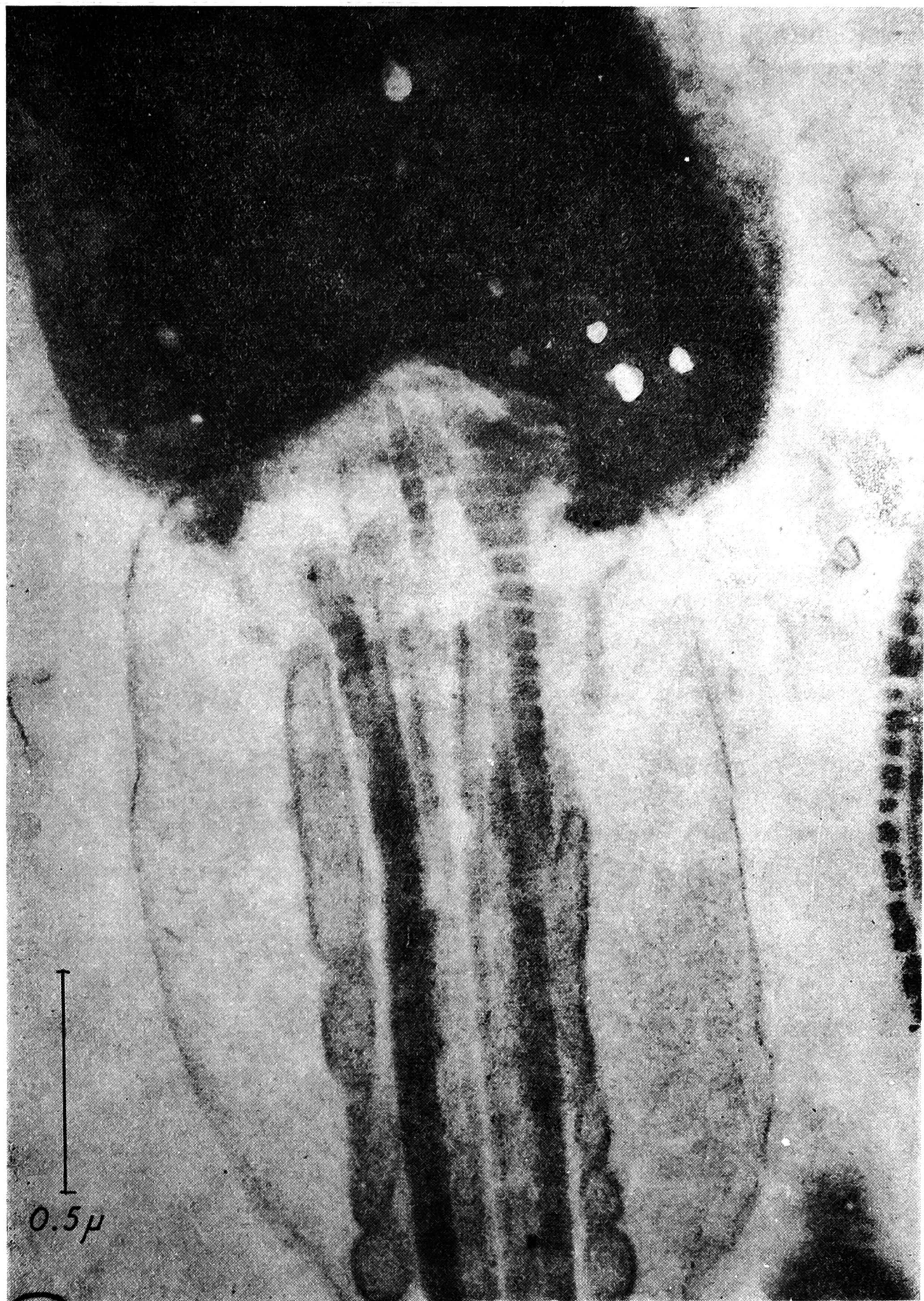
Dwuwypukła część środkowa (*pars intermedia*) zwana także segmentem równikowym, jest często widoczna w połowie główki ejakulowanych plemników buhaja. Reprezentuje ona środkową część jądra i jest bardzo prawdopodobne, że pokrywa ją cienka warstwa, jakby przedłużenie czapeczki głowy albo tylko samej błony komórkowej (rys. 6).

### Witka plemnika

Witka składa się głównie z pęczka włókien zwanego włóknem osiowym (axial filament). Już w mikroskopie świetlnym można stwierdzić, że witka dzieli się na: wstawkę, część główną i końcową. Wstawka jest najgrubszą częścią, ponieważ otoczona jest przez otoczkę mitochondrialną. Główna część jest najdłuższą częścią witki i charakteryzuje się obecnością pęczka włókien, otoczonego dokoła przez włóknistą otoczkę, złożoną z włókienek, biegnących obwodowo (rys. 2, 11 A), w dwóch kolumnach, jako wzmocnienie. Krótka część końcowa składa się z włókien, okrytych jedynie błoną komórkową (11 B).

Wstawka albo odcinek łączący, gdzie mieści się ośrodek (centrum) energii ruchu plemnika, jest odcinkiem o bardzo interesującej budowie, zasługującym na szczegółowy opis. Wiele skomplikowanych szczegółów jest obecnie tylko częściowo zbadanych i dotychczas jeszcze dyskutowanych.





Rys. 7. Przekrój podłużny przez okolicę przyczepienia witki i przez pierwszy zwój ślimaka otoczki mitochondrialnej. Również widoczne resztki z bliższej kropli protoplazmy, pod dobrze zachowaną błoną komórkową. Widoczna jest charakterystyczna stawowata płytką przyczepienia jednego z głównych włókien, która może być prześledzona aż do płytki podstawowej. Na jednym z wtórnych włókien widoczne „rozczłonkowanie“ i przyczepienie do płytki podstawowej (Blom—Birch-Andersen, 1960)



Rys. 8. Okolice przyczepienia plemnika buhaja, przygotowanego według metody Birch-Andersena i Bloma („filter-paper method“). Zwraca uwagę dobrze zachowana błona komórkowa i część wstępująca („*pars ascendens*“) otoczki mitochondrialnej i jej charakterystyczna podwójna błona z wyraźnie widocznymi grzebieniami



Na poprzecznym przekroju przez włókno osiowe wstawki widać 20 oddzielnych włókien: 2 włókna centralne i po 9 w każdym z dwóch koncentrycznych pierścieni (rys. 2, 3, 12). Poza tym grube włókna utworzyły zewnętrzny pierścień, łączący 2 pary włókien jeszcze grubszych, umieszczonych naprzeciw siebie (diameterycznie).

Te 4 włókna, nazwane głównymi, w kierunku główki zrastają się, zebrane są w pary i tworzą 2 główne pnie. Pozostałe 5 włókien, nazwano włóknami drugorzędnymi. Wszystkie 9 włókien z zewnętrznego pierścienia można prześledzić wzdłuż wstawki aż do początku części głównej witki. 4 główne włókna prawdopodobnie ciągną się nieco dalej niż włókna drugorzędne.

Pierścień wewnętrzny składa się z 9 podwójnych rurek (dwururek). Dwa włókna w środku są pojedynczymi rurkami. Te wszystkie włókna są cieńsze i mniej zbite niż włókna pierścienia zewnętrznego i zwane są włóknami rurkowatymi. Włókna rurkowate rozciągają się aż do samego końca witki.

Sposób przymocowania włókien witki do rowka przyczepienia główki jest raczej skomplikowany i nie jest na razie wyczerpująco wyjaśniony. Właśnie przed osiągnięciem rowka przyczepienia, 2 główne pnie spłaszczone tworzą dwie charakterystyczne płytki przyczepienia, umieszczone z obu stron ciała środkowego (śródciała) (rys. 7, 8, 9 A).

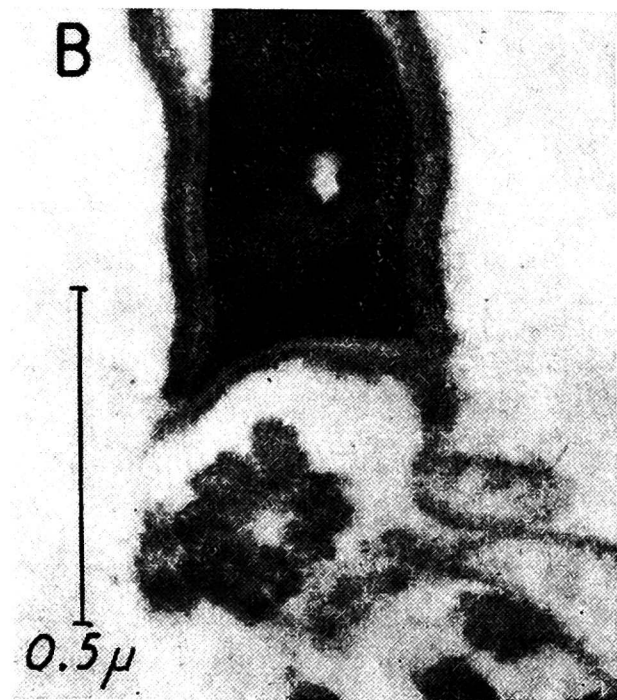
Wszystkie te 3 elementy łączące się częściowo ze sobą, przypominają z wyglądu główkę i panewkę stawu kulistego (rys. 6, 7, 9 A), i są bezpośrednio przyczepione do płytki podstawowej rowka przyczepienia. Włókna drugorzędne przymocowane są pojedynczo do płytki podstawowej.

Główne włókna, włączając w to płytki przyczepienia jak również drugorzędne włókna, są wyraźnie segmentowane mniej więcej na przestrzeni 0,8—1  $\mu$  poniżej punktu umocowania. Można doliczyć się 13—15 prążków gęstych w obrazie elektronowym na przemian z bardziej rzadkimi warstwami (rys. 7, 8, 9 A). Możliwe, że to segmentowanie grubych włókien pozwala na znaczną swobodę zginania w tej okolicy.

Strukturę bliższego śródciała (proximal centriole), które jest umieszczone ściśle przy podstawie główki między dwoma płytkami przyczepienia, można lepiej przebadac na przekroju strzałkowym (rys. 2 i 9 B i C). Zawiera on 9 małych i gęstych w obrazie elektronowym ciał podobnych do cylindrów, które układają się w pierścień i każde zawiera trzy małe, ściśle zlokalizowane otwory albo rurki.

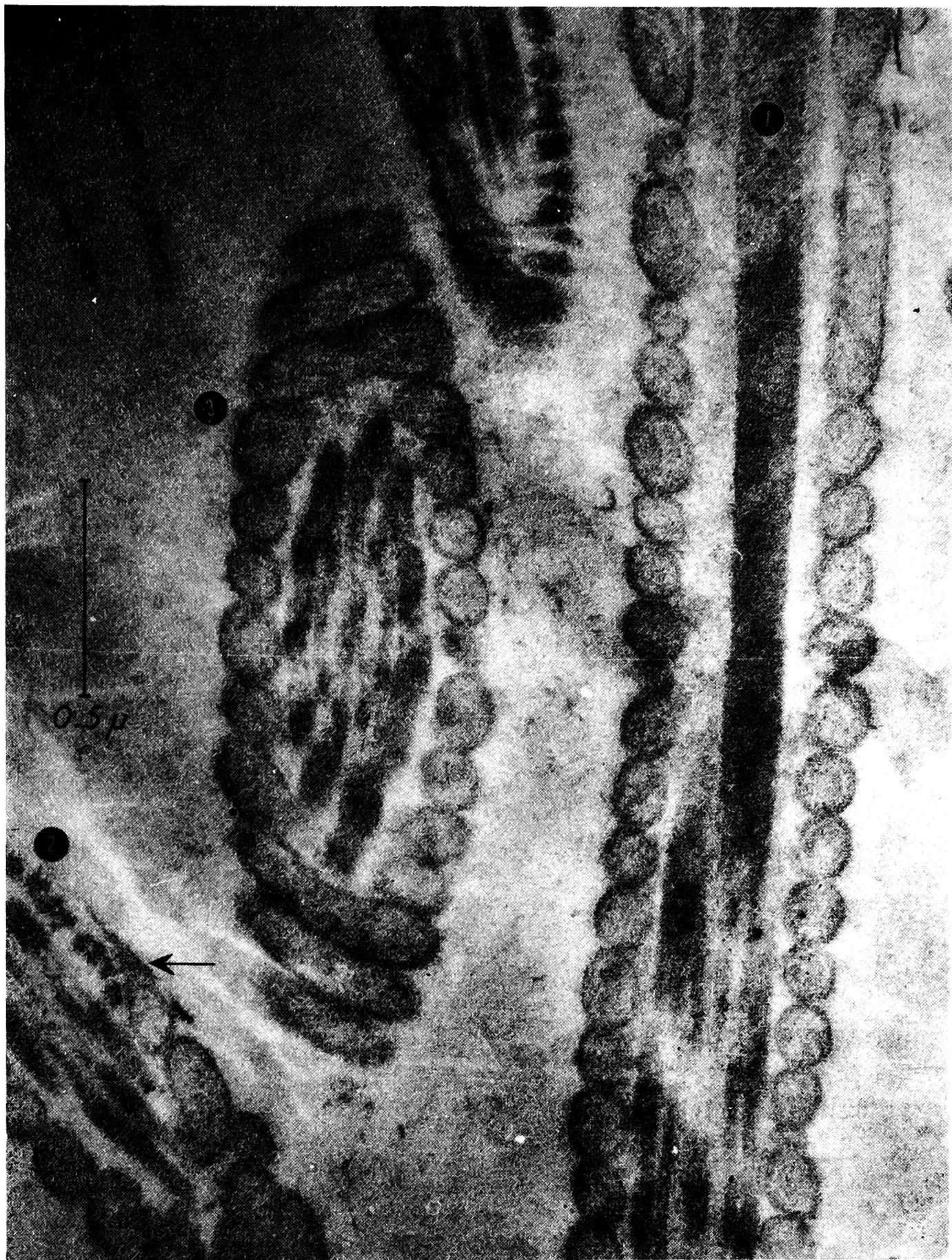
Zgodnie z obserwacjami N i c a n d e r a i B a n e (1962), przeprowadzonymi na plemnikach ogiera, stwierdzono, że dwa centralne rurkowate włókna witki dochodzą do ściany śródciała bliższego. Wydaje się, że ma to miejsce również w plemniku buhaja.

Dwa małe i gęste w obrazie elektronowym podłużne twory (pręciki)



Rys. 9A. Okolice przyczepienia witki plemnika buhaja z widocznym typowym ukształtowaniem na kształt panewki stawowej. Trójkątne raczej gęste w obrazie mikroskopowym ciało jest bliższym śródciałkiem. Poniżej niego dwa pręciki widoczne są razem z jednym nitkowatym włóknem dochodzącym od dołu. Należy zwrócić uwagę na błonę komórkową, działającą jak torebka stawowa Rys. 9B i C. Bliższe śródciałko pokazane na środkowych strzałkowych przekrojach. Ciało o kształcie pierścienia umieszczone jest poniżej płytki podstawowej i składa się z 9 raczej ciemnych ziarn albo raczej cylindrów. W niektórych z nich 3 małe otworki wyraźnie widoczne (Blom i Birch-Andersen, materiały niepublikowane)





Rys. 10. Skośne i podłużne przekroje przez wstawkę. Na podłużnym przekroju widać (1) około jednej piątej ślimaka mitochondrialnego, jako dwa regularne szeregi paciorków po obu stronach włókna osiowego. W górnej części częściowo widoczna część wstępująca (*pars ascendens*). Po dolnej lewej stronie (2) widać najdalszą okolice wstawki obejmującą pierścień końcowy pokazany strzałką. Pierścień ten wygląda jak 2 równoboczne trójkąty, podstawa których przyczepiona jest do ostatniego zwoju mitochondrialnej witki

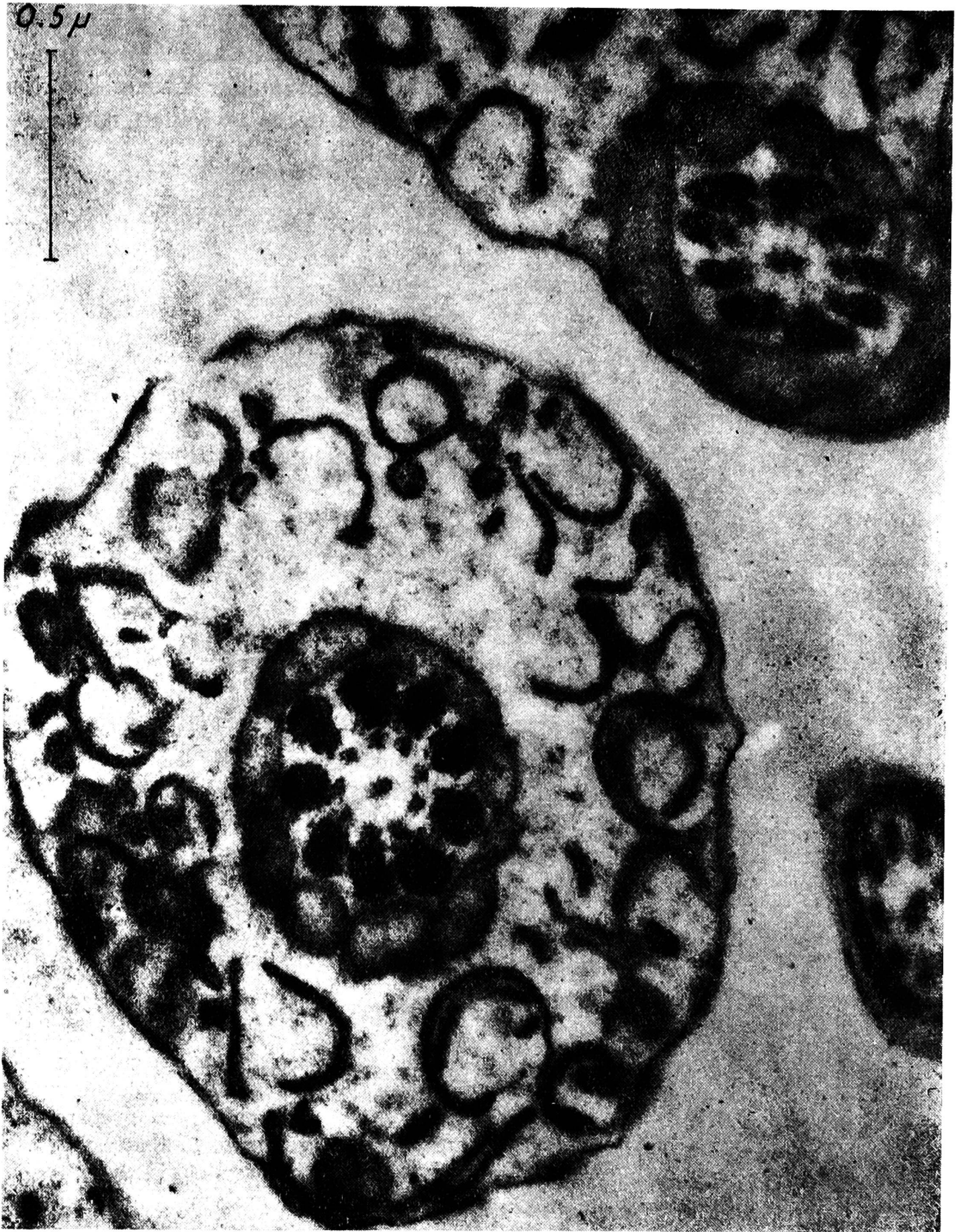




Rys. 11A. Dokładnie przestawiony przekrój przez dalszą część wstawki i odcinek głównej części witki. Zwraca uwagę prawie pełne włókno osiowe i błona komórkowa, przylegająca ściśle do części spiralnej otoczki mitochondrialnej i pierścienia końcowego. Po stronie prawej przekrój styczny przez kilka zwojów otoczki mitochondrialnej

Rys. 11B. Przekrój podłużny przez zakończenie części głównej witki i cały odcinek końcowy (Retzius). Zwraca uwagę zakończenie otoczki włóknistej części głównej (przekrojone poprzecznie) oraz nietknięta błona komórkowa na włóknie końcowym (Blom i Birch-Andersen)



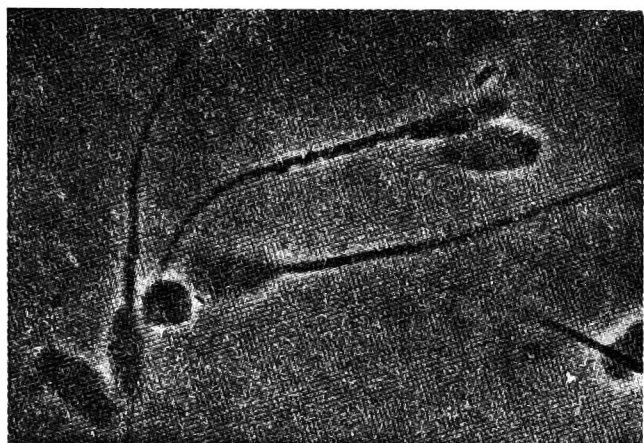


Rys. 12. Dwa przekroje poprzeczne przez dalszą część witki plemnika pobranego z ogona najądźrza normalnego buhaja. Zwracają uwagę na przekroju poprzecznym włókna osiowe, okryte przez otoczkę mitochondrialną a otoczone kroplą cytoplazmy (w położeniu dalszym), pokryte błoną komórkową. Kropla zawiera „dodatkowy“ materiał jak rozwijane kanaliki, błony i małe okrągłe ciemne ciała

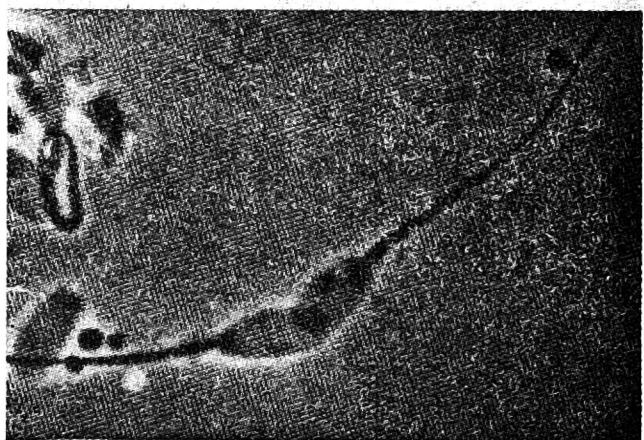


są umieszczone tuż poniżej bliższego śródciałka (rys. 9 A). Podobne struktury były poprzednio znajdowane przez Nicandera i Bane w r. 1962 w plemniku knura. Pytanie czy te dwa zbite pręciki należą albo nie do systemu śródciałka jest sprawą dyskusyjną. Jednakże nasze badania plemników buhaja zdają się wskazywać, że większość włókien rurkowatych kończy się na prążkach albo w ich pobliżu (rys. 9 A).

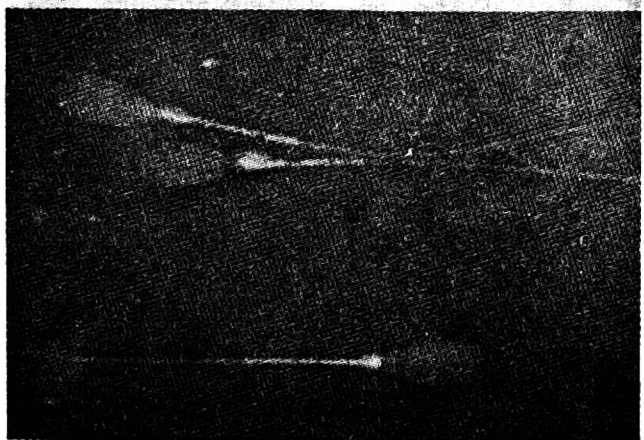
Otoczka mitochondrialna (mitochondrial sheath) wstawki stanowi raczej regularną rurę o średnicy mniej więcej  $0,1\mu$ . Główna część mitochon-



a



b



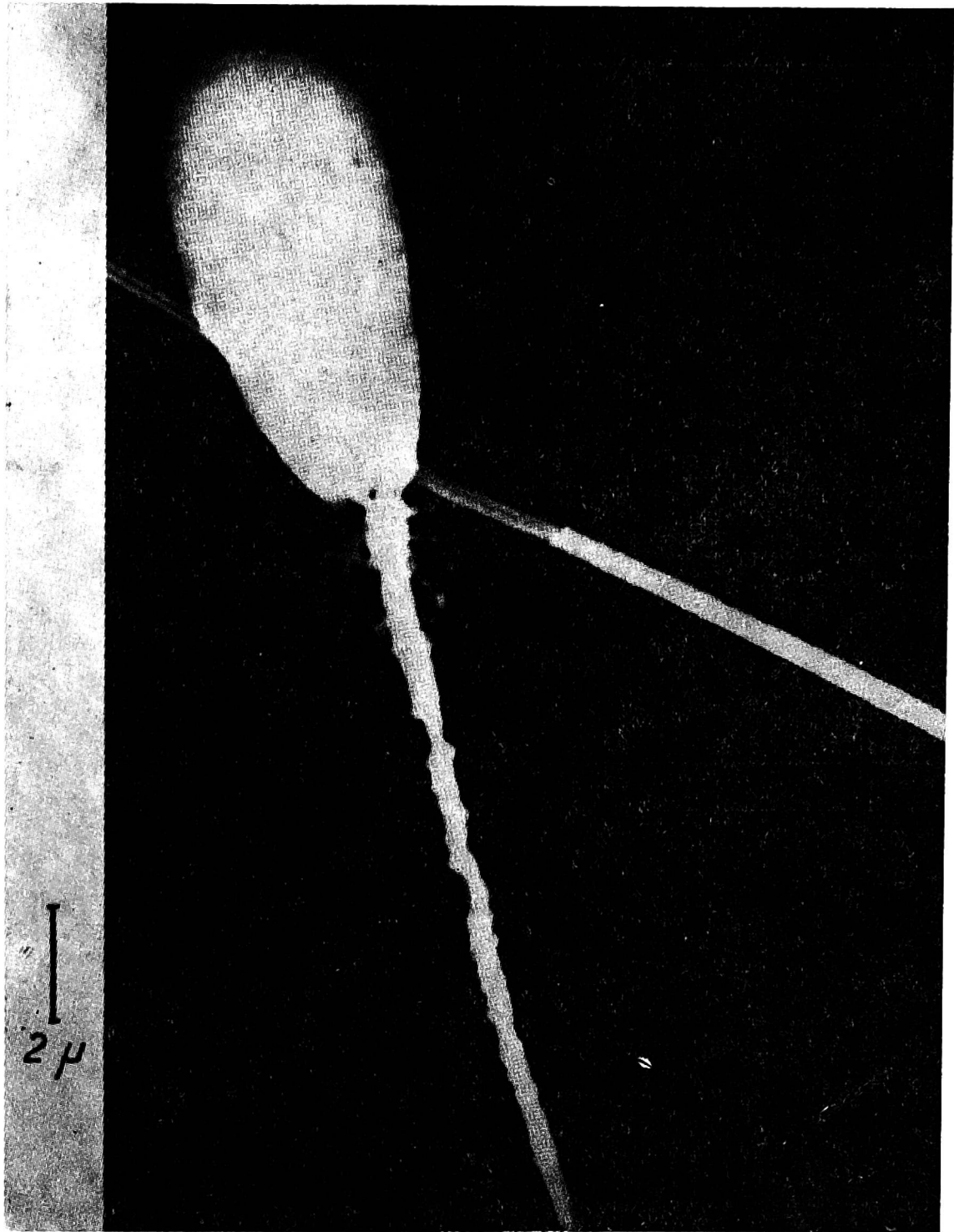
c

Rys. 13. Fotografie spod mikroskopu świetlnego ( $1000\times$ ) z przypadków niepłodnych buhajów, które wykazywały nieprawidłowe plemniki w kształcie korkociągów (corkscrew-sperms) równocześnie z normalnymi plemnikami; a i b — zdjęcia mokrych preparatów pod urządzeniem fazowo-kontrastowym, c — rozmaz zabarwiony eozyną i nigrozyną

drialnej otoczki, część spiralna (*pars spiralis*) okala ślimakowato włókno osiowe i tworzy około 70—100 zwojów. Na przekroju podłużnym wstawki, zwoje te są zwykle widoczne jako dwa regularne szeregi poprzecznie przeciętych rur (rys. 10 i 11 A). Około  $1-1,5\mu$  od podstawy główki rura

zaczyna się kierować równoległe do drugiej osi witki, jest to część wstępująca (*pars ascendens*) (rys. 7, 8, 10). Na obu stronach włókna osiowego mitochondria na swej drodze zawsze osiagają podstawę główki.

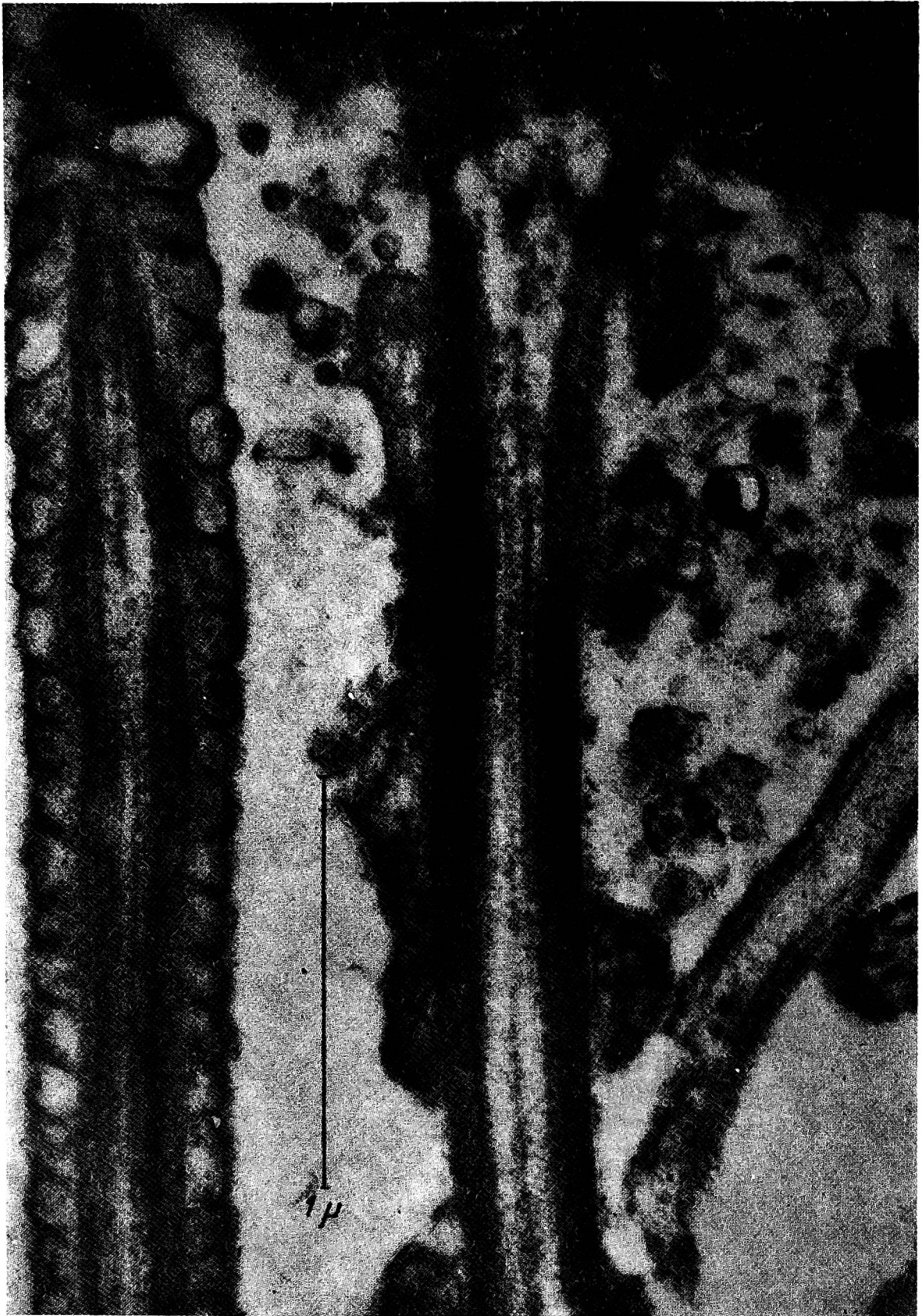
Ściana mitochondrialnej rury jest utworzona przez podwójną błonę o grubości  $0,01 \mu$ . Wewnątrz rury wśród matrix można zaobserwować ty-



Rys. 14. Fotografie z mikroskopu elektronowego plemnika korkociągowego razem ze wstawką normalnego plemnika przy zastosowaniu techniki cieniowania (shadowcast)  $6000\times$  (Blom, 1959)

powe grzebienie (*cristae*) (rys. 11 A). Pierścień końcowy (pierścień Jensena) umieszczony jest przy dalszym końcu wstawki. W mikroskopie elektronowym struktura ta jest gęsta i składa się prawdopodobnie





Rys. 15. Elektronowa mikrofotografia wskazująca po stronie prawej plemnik korkociągowaty (okolica przyczepienia i początkowa część wstawki) ułożony równoległe do normalnie wyglądającej wstawki. Zwracają uwagę wielkie nieregularne skupienia mitochondriów w miejsce regularnej otoczki mitochondrialnej. Zwracają również uwagę po stronie prawej korkociągowatego plemnika dodatkowe błony i okrągłe gęste ciała, wskazujące na obecność kropli bliźszej. Materiał ejakulowany przez nieplodnego buhaja (Blom 1959)

z dwóch półkulistych menisków. Na podłużnych przekrojach przez wstawki obserwuje się je często jako dwa równoramienne trójkąty, których podstawy są przytwierdzone do ostatniego zwoju mitochondrialnej rury (rys. 10 i 11 A).

Kropla cytoplazmy przeważnie znika z plemnika buhaja podczas wytrysku. W materiale plemników, pobranych z najądźrza, przeważnie spotyka się ją jako tak zwaną „dalszą kroplę“ („distal droplet“), umieszczoną ekscentrycznie blisko pierścienia końcowego (rys. 12 góra). Kropla cytoplazmy zawiera w sobie pęcherzyki i blaszkowate twory, pozostałości z okresu spermiogenezy (rys. 12 dół).

W zakończeniu przydać się może podanie kilku uwag, dotyczących terminologii okolicy wstawki. Ta część witki rozciąga się od podstawy główki do pierścienia końcowego włącznie. Wstawkę można podzielić na trzy odcinki.

1. Odcinek przyczepienia nazwany przez Nicandera i Bane (1962) odcinkiem centriolarnym, który rozciąga się od podstawy głowy do granic segmentowania grubych włókien witki. U buhaja segmentowanie włókien sięga bardzo często do początku części spiralnej otoczki mitochondrialnej. (Starego terminu szyjka nie należy używać, ponieważ termin ten nie był nigdy ściśle określony).

2. Odcinek ślimakowaty, który jest odcinkiem pokrytym przez część spiralną mitochondrialnej otoczki.

3. Pierścień końcowy (Jensena).

W przyszłych badaniach nad niepłodnością buhaja szczególnie interesujące będzie analizowanie takich przypadków, gdzie dominuje w spermiogramie specyficzny typ nieprawidłowego plemnika: np. guzowate plemniki („knobbed sperm defect“) (rys. 5B), w nasieniu rasy fryzyskiej; plemniki bez główki („decapitated sperm defect“) w nasieniu Guernsey i plemniki korkociągowate („corkscrew sperm defect“) spotykane u starszych buhajów różnych ras (rys. 13, 14, 15).

Te nieprawidłowe formy plemników będące przyczyną niepłodności zdają się mieć podłoże natury dziedzicznej i być może staranne badania takich dobrze określonych zmian plemników będą w stanie rzucić nieco światła na niektóre szczegóły oraz rolę męskiej komórki płciowej w czasie procesu zapłodnienia.

Tak więc lepsza znajomość dotychczasowej wiedzy o budowie normalnego plemnika będzie zawsze podstawowym wymaganiem w badaniach nad jego ultrastrukturą w przypadkach niepłodności.



## PIŚMIENNICTWO

1. Birsch Andersen Aksel, Erik Blom (1963): Simple Method of Concentrating Ejaculated Sperm for Electron Microscopy, Nature, London (in press).
2. Blom Erik (1959): Nature, London 183 :1280.
3. Blom Erik (1963): Int. Jour. Fertility 8 :447.
4. Blom Erik, Aksel Birch Andersen (1960): The Nord. Vet. Med. 12 :261.
5. Blom Erik, Aksel Birch Andersen (1961): Nature (London) 190 :1127.
6. Blom Erik, Aksel Birch Andersen (1962): Nature (London) 194 :989.
7. Blom, Gunnar, Lennart Nicander (1961): Z. für Zellforschung 55 :833. Philadelphia 19.
8. Fawcett, Don W., Bloom, Fawcett: A Textbook of Histology, 8. edit. Philadelphia 19??
9. Jones W. Alun (1962): Brit. vet. J. 118 :257.
10. Lagerlöf Nils: Acta path. microbiol. Scand.S uppl. 19 (Uppsala).
11. Nicander Lennart, Allan Bane (1962): Z. für Zellforschung 57 :390.
12. Nicander Lennart, Allan Bane (1962): Int. Jour. Fertility 7 :339.
13. Retzius Gustav (1909): Neue Folge (Stockholm) 14 :174.
14. Williams Walter, W. Alfred Savage (1925): Cornell Vet. 15 :353.

Э. Блом

## УЛЬТРАСТРУКТУРА СПЕРМАТОЗОИДА БЫКА

Резюме

Уже много лет морфология семени быка является предметом интенсивных исследований с целью выяснения причин бесплодия самцов.

Приведенные описания ультраструктуры сперматозоида быка основаны на микрофотографиях под электронным микроскопом в опубликованных и неопубликованных работах Э. Блома и Бирч-Андерсена (1958—1963). Особое внимание обращено на область верхнего отростка, отрезок прикрепления, эмболиумы, клеточные оболочки и структуру волокон жгутика.

В конце автор затрагивает вопрос ультраструктуры некоторых форм сперматозоидов, которые, как признано, вызывают бесплодие.

Подробности строения приведены под иллюстрациями на английском языке.

E. Blom

## THE ULTRASTRUCTURE OF THE BULL SPERM

Summary

For many years the morphology of the bull sperm has been the subject of intensive research directed towards gaining further knowledge pertaining to male sterility.

The description of the ultrastructure of the bull sperm has been illustrated by electron micrographs from Blom and Birch-Andersen's published and unpublished material, 1958—1962.

Descriptions are dealing especially with the regions of: apical body, implantation groove, middle piece, cell membrane and structure of the tail.

Finally the author presented ultrastructure of some pathological sperm, connected with cases of infertility in cattle.