
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

ABELE SAITA, ORLANDO M. LONGO, SANDRO TRIPEPI

**Osservazioni comparative sulla spermiogenesi. III.
Aspetti ultrastrutturali della spermiogenesi in
Jacana jacana (Caradriformes)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 74 (1983), n.6, p. 417-424.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1983_8_74_6_417_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

SEZIONE III

(Botanica, zoologia, fisiologia e patologia)

Zoologia. — *Osservazioni comparative sulla spermiogenesi. III. Aspetti ultrastrutturali della spermiogenesi in Jacana jacana (Caradriformes) (*)*. Nota di ABELE SAITA, ORLANDO M. LONGO e SANDRO TRIPEPI, presentata (**) dal Socio S. RANZI.

SUMMARY. — The various stages of spermiogenesis in *Jacana jacana* (Caradriformes) have been studied with the electron microscope. In the young rounded spermatids the acrosome origin and the beginning of the tail are described. Later, during the nuclear elongation and the chromatin condensation, was observed a manchette of microtubules, arranged parallel to the axis of the elongating spermatids. Some sets of microtubules, disposed circumferentially around the nucleus, observed only in the first stage of the spermatid elongation, do not constitute a regular manchette encircling the nucleus as was described in Anseriformes or Galliformes. The arrangement of the mitochondria in the middle piece of the tail occurs only in the last stage of the differentiation. The perforatorium is absent.

From the comparative data presented in this paper it can be concluded that this sperm is similar to the sperm of Columbiformes and Cuculiformes but the structure and the arrangement of the microtubular apparatus is very different, during the spermiogenesis.

Per continuare gli studi ultrastrutturali sulla spermiogenesi degli Uccelli, si è voluto osservare al M.E. la spermiogenesi di *Jacana jacana* (Fam. Jacanidi), appartenente all'Ordine dei Caradriformi, perchè sinora non si ha alcun dato sullo spermio e la spermiogenesi di questo Ordine. Infatti, pur essendo nota nelle linee generali la struttura dello spermio degli Uccelli, sono già state segnalate delle differenze caratteristiche da Ordine ad Ordine, sia per quanto riguarda la presenza o l'assenza del perforatorio che per la disposizione o la struttura di altri elementi citologici. Questi elementi, osservabili nello spermio o nella spermiogenesi, permettono di stabilire una analisi comparativa tra i vari Ordini a livello citologico ultrastrutturale. Le differenze possono essere significative per evidenziare alcuni aspetti morfo-funzionali dello spermio ed eventualmente per stabilire relazioni di tipo evolutivo, come del resto è già stato fatto fra i diversi Ordini di altri gruppi zoologici (Baccetti, 1978, 1979).

(*) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Istologia dell'Università di Milano e nel Laboratorio di Zoologia dell'Università della Calabria, con i contributi (quota 60% anno 1979/80) del Ministero della Pubblica Istruzione.

(**) Nella seduta del 23 giugno 1983.

MATERIALI E METODI

Piccoli pezzi di testicolo, di epididimo e di deferente di *Jacana jacana*, ottenuta dal giardino zoologico di Belem (Parà-Brasile), sono stati fissati col metodo della tripla fissazione (Sugihara *et al.*, 1966) comprendente una prima fissazione in glutaraldeide 6,25% in tampone sodio cacodilato a pH 7,2, una seconda fissazione in bicromato di potassio in tampone fosfato, e una terza fissazione in acido osmico 1% in tampone veronal-acetato. Dopo disidratazione e precolorazione in acetato di uranile, i campioni sono stati inclusi in Epon-Araldite. Sezioni sottili sono state ottenute con l'ultramicrotomo LKB Ultratome III e, dopo colorazione con citrato di piombo, sono state osservate al M.E. Hitachi HU-12 A.

Osservando le sezioni dei tubuli seminiferi, sia al M.O. che al M.E., gli spermatidi presentano tre aspetti morfologici corrispondenti al loro grado di differenziamento: spermatidi tondi molto precoci, spermatidi con nucleo in allungamento e cromatina nelle prime fasi di condensazione, spermatidi con nucleo completamente allungato e condensato ormai quasi identici allo spermatozoo.

I giovani spermatidi si trovano di solito in vicinanza del lume del tubulo seminifero o nella zona immediatamente sottostante (Tav. I, fig. 1). Si riconoscono per il nucleo abbastanza piccolo, per il citoplasma non abbondante, per i mitocondri sparsi irregolarmente nel citoplasma ed eventualmente per l'inizio della differenziazione del flagello o per la presenza di una vescicola acrosomale in prossimità dell'apparato del Golgi. Gli spermatogoni, che si trovano più vicini alla membrana basale del tubulo seminifero e gli spermatociti (Tav. I, fig. 2) hanno invece il nucleo un po' più grosso, la cromatina sparsa più uniformemente e nucleoli ben visibili; nel citoplasma degli spermatogoni i mitocondri appaiono per lo più addensati a gruppi.

La formazione del flagello inizia assai precocemente quando lo spermatide è ancora tondo (Tav. II, fig. 3). A questo stadio si può osservare che mentre il centriolo prossimale e quello distale permangono vicini al nucleo, l'assonema che si origina dal centriolo distale sporge dalla cellula avvolto semplicemente da una evaginazione della membrana cellulare. Nel giovane spermatide già si osserva la formazione dell'acrosoma. Inizialmente le vescicole formate dall'apparato del Golgi si riuniscono a formare una grossa vescicola, addossata al nucleo, che prende il nome di « vescicola acrosomale » (Tav. III, fig. 8). Successivamente con l'inizio dell'allungamento dello spermatide la vescicola acrosomale continua il proprio sviluppo, ma non forma un cappuccio sull'apice del nucleo, rimane invece piuttosto sferica (Tav. III, fig. 9) e si spinge contro la membrana cellulare nella zona che costituirà la parte anteriore del futuro spermatozoo. Solo nello spermio maturo l'acrosoma mostra la sua forma definitiva pressochè conica con la base appoggiata all'apice del nucleo ed il vertice leggermente ricurvo (Tav. III, fig. 10).

Tra l'acrosoma e il nucleo non compare mai una struttura che si possa considerare un perforatorio.

Quando l'acrosoma prende contatto con la membrana cellulare, come si è detto sopra, la parte anteriore dello spermatoide è già completamente a contatto con la cellula di Sertoli, ed il nucleo inizia ad allungarsi (Tav. III, fig. 9). Attorno al nucleo si possono osservare alcuni gruppi di microtubuli orientati circonferenzialmente. Tuttavia non sono ben allineati gli uni accanto agli altri in modo da costituire una vera « manchette elicoidale », corrispondente a quella che è stata osservata nei Galliformi. Inoltre in *Jacana jacana* questi microtubuli sono molto meno numerosi dei gruppi di microtubuli osservati con la stessa disposizione nei Columbiformi.

Le modificazioni più accentuate della morfologia dello spermatoide si hanno, in una seconda fase del differenziamento, quando il nucleo assume forma cilindrica con diametro di circa $1\ \mu$, la cromatina ha già iniziato il processo di condensazione e procede la morfogenesi della coda dello spermio (Tav. IV).

Per quanto riguarda la condensazione della cromatina si può rilevare che si tratta di un processo graduale che inizia subito dopo il primo allungamento del nucleo e si completa solo al termine della maturazione dello spermatoide. Infatti nel primo allungamento del nucleo, cioè quando passa da sferico (con diametro di circa $4\ \mu$) ad ovale (con diametro maggiore di circa $6\ \mu$, e diametro minore di circa $2,5\ \mu$), si osservano solo le consuete zolle di cromatina addossate alla cisterna perinucleare (Tav. III, fig. 8 e 9). Quando invece il nucleo si allunga assumendo la forma di un cilindro con diametro di circa $1\ \mu$, i granuli di cromatina cominciano a comparire e poi si addensano ma risultano ancora frammisti a nucleoplasma trasparente agli elettroni (Tav. IV, fig. 11 e 12). Successivamente, in quella che possiamo considerare come una terza fase del differenziamento, la cromatina appare più compatta ed il nucleo risulta tutto opaco agli elettroni, con diametro di circa $0,3\ \mu$ e lunghezza di $8\ \mu$ (Tav. V, fig. 14).

Contemporaneamente alla condensazione della cromatina, nel citoplasma attorno al nucleo si osservano numerosi microtubuli che costituiscono una tipica « manchette longitudinale », come quella osservata in altri spermii. Nelle sezioni trasversali a diversi livelli dello spermatoide si vede che questi microtubuli sono molto numerosi attorno al nucleo (Tav. IV, fig. 12), ma si estendono anche caudalmente nella zona in cui si forma il pezzo intermedio e principale della coda (Tav. IV, fig. 13). Nelle sezioni longitudinali si vede che alcuni microtubuli arrivano sino alla zona di contatto del nucleo con l'acrosoma (Tav. V, fig. 15).

Durante questi stadi di allungamento e condensazione del nucleo il citoplasma perinucleare si riduce e si sposta a formare lunghi lembi citoplasmatici che si avvolgono attorno alla coda in formazione. Si può notare tuttavia che a questo stadio alcuni spermatoidi sono ancora uniti tra di loro mediante « ponti citoplasmatici » (Tav. II, fig. 4). I lembi citoplasmatici delimitano uno spazio attorno al pezzo principale della coda che prende il nome di « tunnel flagellare », e nei lembi si osservano microtubuli posti longitudinalmente (Tav. II, fig. 5 e Tav. IV, fig. 13). La formazione del pezzo di connessione (detto anche « collo » dello spermio) e del pezzo intermedio con la guaina mitocondriale avviene molto gradualmente. Inizialmente si osservano solo alcuni piccoli mitocondri adiacenti ai due centrioli (Tav. II, fig. 4 e 6). Più tardi i mitocondri si portano attorno

all'assonema spingendo sempre più in basso la zona del tunnel flagellare e costituiscono così il primo abbozzo del pezzo intermedio (Tav. IV, fig. 13). Lo spostamento dei mitocondri è molto tardivo, infatti si possono osservare anche attorno a nuclei quasi completamente condensati (Tav. V, fig. 16).

Solo nello spermio maturo risultano complete le varie strutture che compongono il collo e la coda dello spermio. A livello del collo, cioè alla base del nucleo, si osserva che il centriolo prossimale è ortogonale al centriolo distale. Attorno ad essi ci sono strutture elettrone-dense che li collegano alla base del nucleo (Tav. II, fig. 7). La guaina mitocondriale si prolunga per tutto il pezzo intermedio sino all'« annulus » dove inizia il pezzo principale (Tav. VI, fig. 17). Nelle sezioni trasversali del pezzo intermedio, a diversi livelli, si possono osservare tra la guaina mitocondriale e le coppie periferiche di microtubuli dell'assonema, 9 fibre accessorie che probabilmente si estendono solo all'inizio del pezzo intermedio assottigliandosi gradualmente (Tav. VI, fig. 18). Nelle sezioni longitudinali e trasversali del pezzo principale si osserva soltanto l'assonema circondato da un velo citoplasmatico contenente del materiale finemente granuloso (Tav. VI, figg. 17 e 19).

Innanzitutto questa ricerca è servita a descrivere il differenziamento dello spermatoide in una specie dell'Ordine Caradriformi, del quale non si avevano studi sulla spermiogenesi.

I due elementi caratteristici che meritano di essere posti a confronto con gli altri dati sugli spermatozoi degli Uccelli sono: l'assenza del perforatorio e la disposizione dei microtubuli nello spermatoide, prevalentemente in forma di « manchette longitudinale ».

Va tenuto presente che il perforatorio si trova nello spermio dei seguenti Ordini: negli Anseriformi (Humphreys, 1972; Maretta, 1975; Marchand, 1977; Breucker, 1982), nei Galliformi come il gallo (Grigg e Hodge, 1949; Bonadonna, 1954; Nagano, 1962; McIntosh e Porter, 1967; Nicander e Hellstrom, 1967; Lake *et al.*, 1968; Harris *et al.*, 1973; Tingari, 1973; Murray e Birkett, 1975; Okamura e Nishiyama, 1976; Gunawardana e Scott, 1977), il tacchino (Campagnella *et al.*, 1979) e la quaglia (Saita *et al.*, 1980) ed infine negli Psittaciformi (Humphreys, 1975). L'ordine considerato più evoluto tra gli Uccelli, cioè quello dei Passeriformi ha uno spermio di tipo elicoidale senza perforatorio (Yasuzumi, 1956; Furieri, 1962; Yasuzumi e Sugioka, 1966, 1971; Nicander, 1970; Yasuzumi *et al.*, 1970; Humphreys, 1972; Yasuzumi, 1974).

Lo spermio di *Jacana jacana* rientra invece in quella particolare categoria di spermatozoi con testa rettilinea senza perforatorio che negli Uccelli erano stati osservati solo nei Columbiformi: colombo (Fawcett *et al.*, 1971; Yasuzumi e Yamaguchi, 1977) e tortora (Mattei *et al.*, 1972). Ma questo tipo di spermio è stato trovato da noi recentemente anche nei Cuculiformi (Saita *et al.*, 1982) e negli Apodiformi (lavoro in preparazione).

Poiché la mancanza di perforatorio è stata considerata un indice di evoluzione dello spermatozoo (Baccetti, 1978) possiamo considerare quindi che i Caradriformi hanno uno spermio abbastanza evoluto.

Per quanto riguarda la manchette dei microtubuli nello spermatoide, il confronto pone in risalto che si trova una grande variabilità nei diversi Ordini.

Sia negli Anseriformi (Marchand, 1977; Breucker, 1982) che nei Galliformi (es.: McIntosh e Porter, 1967) è noto che ci sono due tipi di manchette: una fatta da microtubuli disposti elicoidalmente attorno al nucleo e un'altra, che compare più tardi, costituita da microtubuli disposti longitudinalmente; nei Columbiformi (es.: Mattei *et al.*, 1972) ci sono dapprima dei microtubuli orientati circonferenzialmente e poi longitudinalmente rispetto al nucleo, ma i primi non formano una vera manchette. Se si tratti di due tipi diversi di manchette o di una sola manchette con mutato orientamento dei microtubuli, è già stato discusso in un precedente lavoro (Saita *et al.*, 1980). Rimaneva ancora aperta la discussione sul significato funzionale della manchette di microtubuli perchè secondo alcuni determina l'allungamento e la configurazione del nucleo (McIntosh e Porter, 1967) mentre secondo altri questo aspetto particolare della morfogenesi è dovuto alla struttura paracristallina della cromatina in condensazione (Fawcett *et al.*, 1971). In realtà condensa in filamenti solo nei Passeriformi e potrebbe impacchettarsi con una struttura ad elica; in questi spermii infatti non esiste una manchette perinucleare, ma i microtubuli si addensano in un fascio che segue l'andamento della forma ad elica del nucleo. In tutti gli altri spermii degli Uccelli la cromatina condensa in granuletti sparsi che si uniscono successivamente senza mostrare una struttura di tipo paracristallino.

Dalle nostre ricerche risulta che in *Jacana jacana* esiste solo la manchette longitudinale, nei Cuculiformi poi manca assolutamente ogni tipo di manchette perchè sostituita dal gran numero dei microtubuli della Sertoli (Saita *et al.*, 1982). A nostro parere quindi i microtubuli della manchette hanno in parte la funzione di sostegno dello spermatide in allungamento, siano essi disposti circonferenzialmente o longitudinalmente, nel mantenere la zona apicale dello spermatide inserita tra la cellula di Sertoli, con orientamento verso la membrana basale del tubulo seminifero; nel contempo possono produrre un flusso citoplasmatico in senso inverso che trascina il citoplasma perinucleare, compresi i mitocondri, verso la zona della coda in formazione, formando quei lembi citoplasmatici descritti nei quali si raccoglie il materiale residuo. Questa affermazione sembra plausibile quando si confrontino i dati qui riferiti con quelli citati. Infatti vere e proprie manchette, con molti microtubuli, appaiono solo quando ci sono dei grossi lembi citoplasmatici e un pezzo intermedio della coda piuttosto lungo con molti mitocondri, e non ci sono invece nei Cuculiformi dove si ha riduzione precoce del citoplasma e pezzo intermedio estremamente ridotto.

LAVORI CITATI

- BACCETTI B. (1978) - In « IV° Seminario sulla evoluzione biologica » Accad. Naz. Lincei, 95-126.
BACCETTI B. (1979) - In Gupta A. P. (ed.): « Arthropod phylogeny », Von Nostrand Reinold Co., New York, 609-644.
BONADONNA T. (1954) - « Poult. Sci. », 33, 1151-1158.
BREUCKER H. (1982) - « Adv. Anat. Embryol. and Cell Biol. », 72, 1-94.

- CAMPANELLA C., GABBIANI G., BACCETTI B., BURRINI A. G. e PALLINI V. (1979) - « J. Submicr. Cytol. », 11, 53-71.
- FAWCETT D. W., ANDERSON W. A. e PHILIPS D. M. (1971) - « Developmental Biology », 26, 220-251.
- FURIERI P. (1962) - « Boll. Soc. Ital. Biol. Sper. », 38, 1, 29-31.
- GRIGG G. W. e HODGE A. J. (1949) - « Austr. J. Sci. Res. », 2, 271-286.
- GUNAWARDANA V. K. e SCOTT M. (1977) « J. Anat. », 124, 741-755.
- HARRIS G. C. J., THURSTON R. J. e CUNDALL J. (1973) - « J. Reprod. Fert. », 34, 389-394.
- HUMPHREYS P. N. (1972) - « J. Reprod. Fert. », 29, 327-336.
- HUMPHREYS P. N. (1975) - « Cell Tiss. Res. », 158, 411-416.
- LAKE P. P., SMITH W. e YONG D. (1968) - « Quart. J. Exp. Physiol. », 53, 356-366.
- MARCHAND C. R. (1977) - « Biol. Cell », 29, 193-202.
- MARETTA M. (1975) - « Acta Vet. Acad. Sci. Hung. », 25, 47-60.
- MATTEI C., MATTEI X. e MANFRED J. L. (1972) - « J. Submicr. Cytol. », 4, 57-73.
- MCINTOSH J. R. e PORTER K. R. (1967) - « J. Cell. Biol. », 35, 153-173.
- MURRAY R. B. e BIRKETT H. (1975) - « Biol. Reprod. », 12, 632-640.
- NAGANO T. (1962) - « J. Cell Biol. », 14, 193-205.
- NICANDER L. (1970) - In BACCETTI B. (Ed.): « Comparative Spermatology », Acad. Press, New York, 47-55.
- NICANDER L. e HELLSTROM B. (1967) - « Exp. Cell Res. », 48, 622-625.
- OKAMURA F. e NISHIYAMA H. (1976) - « Cell Tiss. Res. », 169, 345-359.
- SAITA A., TRIPEPI S. e LONGO O. M. (1980) - « Acad. Naz. Lincei (Rend. Sc. fis. mat. e nat.) », 69, 209-216.
- SAITA A., TRIPEPI S. e LONGO O. M. (1982) - « Boll. Zool. », 49, 115-123.
- SUGIHARA R., LEE K. J., SUGIOKA T. e YASUZUMI G. (1966) - In « Ueda R. Edit. Sixth Int. Congr. Electron Microscopy (Kyoto) », vol. 2, Tokio, 25-26.
- TINGARI M. D. (1973) - « J. Reprod. Fert. », 34, 255-265.
- YASUZUMI G. (1956) - « Exp. Cell Res. », 11, 230-233.
- YASUZUMI G. (1974) - « Int. Rev. Cytol. », 37, 53-119.
- YASUZUMI G. e SUGIOKA T. (1966) - « Arch. Histol. Jap. », 27, 259-265.
- YASUZUMI G. e SUGIOKA T. (1971) - « Z. Zellforsch. », 114, 451-459.
- YASUZUMI G., SUGIOKA T. e SHIRAIWA S. (1970) - « Mon. Zool. Ital. », 4, 221-231.
- YASUZUMI G. e YAMAGUCHI S. (1977) - « Okaj. Fol. Anat. JRN », 54, 139-174.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-VI

TAVOLA I

- Fig. 1. - Sezione di tubulo seminifero in una zona vicino al lume dove si osservano alcuni giovani spermatidi. Le frecce indicano le fasi iniziali della formazione dell'acrosoma e del flagello (↗↘). × 5.500.
- Fig. 2. - Sezione del tubulo seminifero in una zona adiacente alla membrana basale dove si osservano spermatogoni e spermatociti primari. × 3.200.

TAVOLA II.

- Fig. 3. - Giovane spermatide in cui è iniziata la formazione del flagello. × 15.000.
- Fig. 4. - Spermatide in allungamento da cui emerge il pezzo principale della coda sotto i due centrioli. Si noti che ancora esiste un ponte cellulare con un altro spermatide (↗). × 27.000.

- Fig. 5. – Sezione trasversale a livello del pezzo principale della coda in formazione. Nei lembi citoplasmatici attorno al tunnel flagellare, indicato da una freccia (\nearrow), si osservano molti microtubuli. $\times 45.000$.
- Fig. 6. – Spermatide in allungamento. Confrontandolo con quello mostrato nella Fig. 4 si vede che si tratta di uno stadio leggermente più avanzato di maturazione con lembi citoplasmatici più lunghi e tunnel flagellare più ristretto; la sezione dei centrioli è ortogonale rispetto a quella della Fig. 4. La freccia (\nearrow) indica l'inizio del tunnel. $\times 25.000$.
- Fig. 7. – Sezione longitudinale del pezzo di connessione di spermio maturo nell'epididimo. Si notino le strutture elettrondense (\nearrow) che collegano i due centrioli e la base del nucleo. $\times 40.000$.

TAVOLA III.

- Fig. 8. – Giovani spermatidi nei quali si osserva la formazione della vescicola acrosomale (a) che aderisce alla cisterna perinucleare. $\times 11.000$.
- Fig. 9. – Spermatide all'inizio dell'allungamento. L'acrosoma è ancora sferico ed ha preso contatto con la membrana citoplasmatica. In questo stadio si osservano alcuni microtubuli attorno al nucleo, ma non una vera « manchette perinucleare » (\nearrow). $\times 13.000$.
- Fig. 10. – Sezione longitudinale all'apice di uno spermatide quasi maturo in cui si osserva la forma definitiva dell'acrosoma. $\times 26.000$.

TAVOLA IV.

- Fig. 11. – Sezione trasversale di spermatidi a diversi stadi della condensazione della cromatina: prima della condensazione (A), condensazione iniziata (B), condensazione avanzata (C). Sezione di spermatide a livello del pezzo intermedio (mp). $\times 21.000$.
- Fig. 12. – Sezione trasversale a livello del nucleo in condensazione. Si osservano i microtubuli citoplasmatici (mt) orientati longitudinalmente a costituire la cosiddetta « manchette longitudinale ». $\times 45.000$.
- Fig. 13. – Sezione trasversale a livello del pezzo intermedio (in alto nella foto) e del pezzo principale (in basso) della coda in formazione. I microtubuli (mt) sono orientati come nella manchette perinucleare. $\times 32.000$.

TAVOLA V.

- Fig. 14. – Sezione longitudinale di spermatide in avanzata fase di maturazione. La cromatina è completamente condensata. $\times 28.000$.
- Fig. 15. – Sezione all'apice dello spermatide quasi maturo. Nella zona dell'acrosoma si osservano le inserzioni dei microtubuli (\nearrow) e le strutture di adesione della cellula del Sertoli (S). $\times 30.000$.
- Fig. 16. – Sezione trasversale di spermatidi in avanzata fase di condensazione della cromatina. Si noti tuttavia che il citoplasma perinucleare è ancora abbondante e ricco di mitocondri. $\times 28.000$.

TAVOLA VI.

- Fig. 17. - Sezione longitudinale che interessa una parte della coda dello spermio maturo nel deferente. Si osserva l'annulus (↗) tra il pezzo intermedio e principale della coda. ×45.000.
- Fig. 18. - Sezione trasversale di spermi nel deferente che mostra il pezzo intermedio della coda a diversi livelli. Si noti che il centriolo distale (*dc*) è circondato da materiale elettrone-denso, e la parte alta dell'assonema è accompagnata da 9 fibre accessorie che si assottigliano (↗↗). ×60.000.
- Fig. 19. - Sezione trasversale di spermi nel deferente a livello del pezzo principale della coda. ×65.000.











