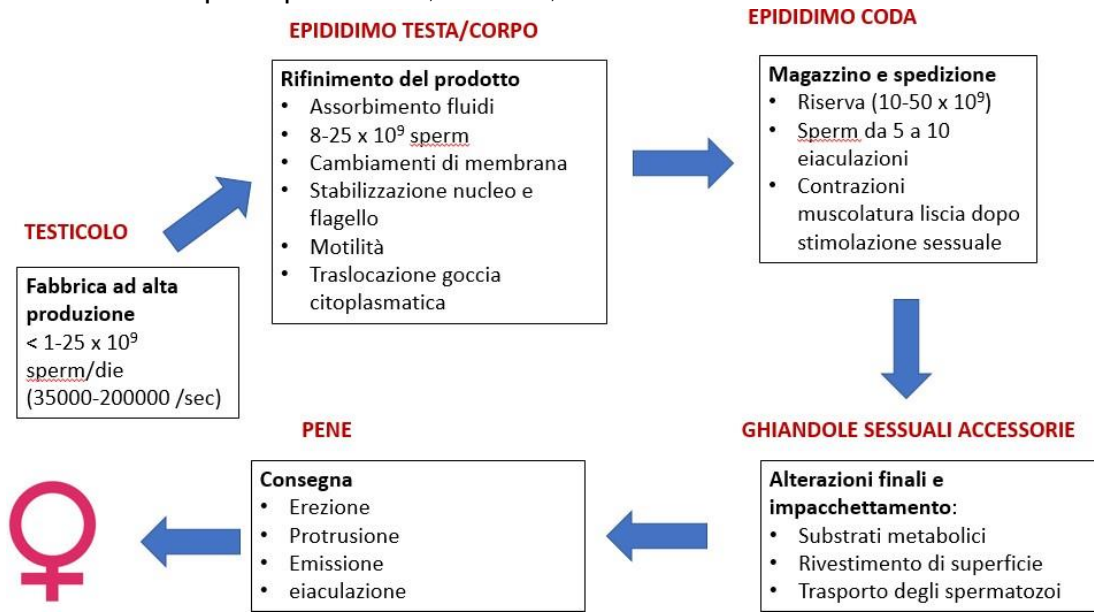


APPARATO RIPRODUTTORE MASCHILE

- Testicolo.
- Epididimo (testa, corpo, coda).
- Sistema dei dotti escretori.
- Funicolo spermatico.
- Scroto.
- Ghiandole sessuali accessorie.
- Pene e muscoli per la protrusione, erezione, eiaculazione.

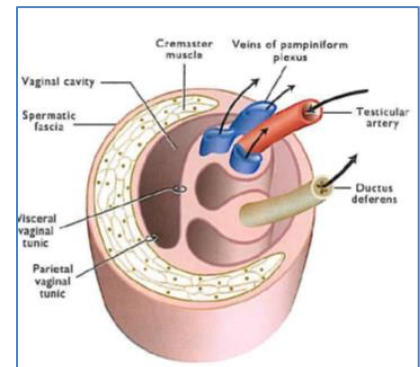


CORDONE SPERMATICO

- Connette il testicolo al corpo, estendendosi dall'anello inguinale al testicolo.
- È maggiormente sviluppato nelle specie con **scroto pendulo** (ruminanti).
- Contiene: dotto deferente, muscolo cremastere, plesso pampiniforme, vasi linfatici e nervi.

In quasi tutti i mammiferi le gonadi maschili sono poste all'esterno del corpo, all'interno del sacco scrotale, in cui la temperatura è di 4-6 °C inferiore a quella corporea, così da garantire una corretta spermatogenesi.

Il plesso pampiniforme è costituito dall'**arteria testicolare**, che origina dall'aorta addominale e raggiunge il funicolo in maniera retta, per assumere poi un andamento convoluto, e dalle **vene testicolari**, che formano una rete vascolare altamente specializzata, convoluta e con digitazioni che permettono l'avvolgimento attorno all'arteria.

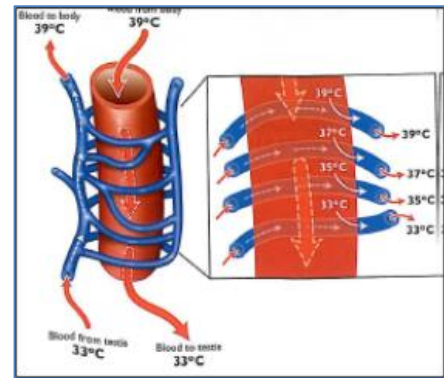


Le funzioni del cordone spermatico:

- Fornire una connessione vascolare, linfatica e nervosa al testicolo.
- Favorire lo scambio di calore controcorrente tra sangue venoso freddo e sangue arterioso caldo e mantenere alla giusta temperatura il testicolo (*plesso pampiniforme*).
- Aumentare la concentrazione locale di testosterone: la stretta connessione, il flusso opposto e la differente concentrazione ormonale tra il circuito arterioso e quello venoso, favoriscono il

perseguimento di un'elevata concentrazione di testosterone a livello delle gonadi, favorendo una buona spermatogenesi (il sangue venoso refluo dal testicolo contiene più testosterone).

- Ospitare il muscolo cremastere. Oltre a sostenere il testicolo e ad avvicinarlo all'addome se necessario (paura, combattimento), grazie alla sua contrazione facilita il ritorno venoso, esercitando un'azione di pompa sul plesso. Il m. cremastere è composto da muscolatura striata, pertanto, non è capace di contrazioni sostenute. N.B. Le modificazioni nella posizione dei testicoli in risposta a cambiamenti ambientali (freddo) sono dovuti alla tunica Dartos. Il muscolo di Dartos lavora insieme al muscolo cremastere per elevare i testicoli, ma la sua azione non deve essere confusa col riflesso cremasterico.



SCROTO

Lo scroto è un sacco bilobato che protegge e sostiene i testicoli, aiutandoli nella regolazione della temperatura (termosensore e condizionatore).

È formato da cute, tunica dartos, fascia scrotale (*fascia spermatica esterna*, che deriva dalla fascia esterna del tronco), fascia cremasterica con m. cremastere (che deriva dal m. obliquo interno dell'addome), fascia spermatica interna (che deriva dalla fascia trasversa dell'addome) e foglietto parietale della tunica vaginale (che deriva dal peritoneo).

Un pathway tipico dell'ariete provoca polipnea quando viene raggiunta una temperatura scrotale di circa 39 °C. I neuroni termosensibili dello scroto si attivano, stimolando il centro del respiro e i neuroni termosensibili dell'ipotalamo. Se non si raggiunge una temperatura sufficiente ad attivare la polipnea, il messaggio raggiunge l'ipotalamo. Dai neuroni ipotalamici partono degli impulsi che raggiungono le numerose ghiandole sudoripare dello scroto (*adrenergiche*), provocando la sudorazione. Quando ciò non avviene velocemente (la temperatura continua ad essere alta), i neuroni termosensibili percepiscono il cambiamento e avvisano il centro respiratorio, dal quale partono impulsi centripeti che stimolano i muscoli della respirazione, provocando polipnea. L'aspetto interessante è che, se si stimola in qualsiasi altro punto del corpo dell'ariete un aumento termico simile, non si ottiene la stessa risposta sull'apparato respiratorio. Questo fenomeno è stato osservato nell'ariete, ma possiamo immaginare che accada qualcosa di simile anche in altre specie.

Più vicino è lo scroto all'addome, maggiore è la temperatura dei testicoli. Dal momento che la temperatura rappresenta un fattore limitante per la corretta spermatogenesi, a volte nel toro la "castrazione" viene effettuata con l'applicazione di elastici allo scroto in modo da avvicinare i testicoli all'addome e alterare la spermatogenesi (spz infertili), conservando intatta la steroidogenesi. N.B. L'accumulo di grasso incicia sul meccanismo di raffreddamento scrotale.

In passato, per poter valutare la temperatura a livello dello scroto si usavano dei sensori; attualmente si utilizza la termografia a infrarossi, una tecnica meno invasiva, che permette di valutare il potenziale riproduttivo di un maschio considerando l'efficienza del meccanismo di termodispersione.

TUNICA DARTOS

Anche detta *fascia di Dartos*, la tunica di Dartos è uno strato di fibre muscolari lisce, libero da grasso, situato esteriormente alla fascia spermatica esterna, al di sotto della pelle. È una prosecuzione della fascia di Scarpa, che è uno strato membranoso del tessuto sottocutaneo nella parete addominale.

L'apparenza rugosa dello scroto è dovuta a questo strato. Nelle femmine le stesse fibre muscolari sono sviluppate in maniera molto minore e giacciono sotto la pelle delle grandi labbra (**Dartos muliebris**). La fascia di Dartos agisce nel regolare la temperatura dei testicoli, fattore che promuove/inibisce la spermatogenesi; il grado di contrazione dipende dai cambiamenti di temperatura della cute scrotale: la contrazione riduce l'area di superficie disponibile per dissipare il calore, riscaldando i testicoli, viceversa l'estensione.

N.B. L'attività contrattile è regolata dagli androgeni, pertanto, nei maschi castrati lo scroto perde la capacità di rispondere alle basse temperature.

TESTICOLO

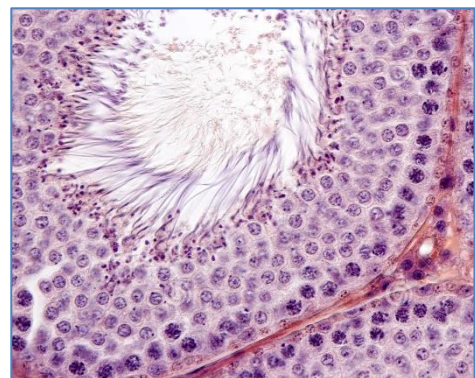
Il parenchima testicolare è circondato da una robusta capsula fibrosa, la *tunica albuginea*, e rivestito dal foglietto viscerale della tunica vaginale (peritoneo), l'*epiorchio*. L'albuginea mantiene sotto pressione il parenchima e addentrandosi lo divide in lobuli; dall'esterno all'interno le componenti connettivali del testicolo sono: la capsula, i setti testicolari e il corpo connettivale (*mediastino testicolare*), formato dalla confluenza dei setti. Ogni loggia testicolare accoglie da due a cinque tubuli seminiferi contorti.

Il parenchima è costituito da:

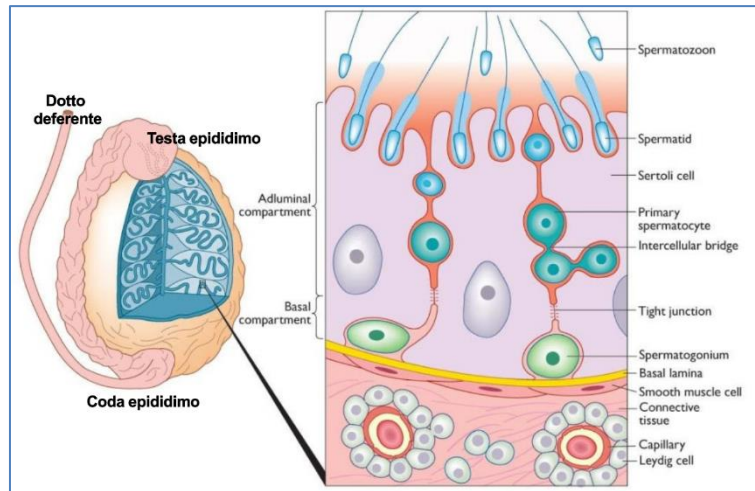
- **Componente testicolare o interstiziale** è disposta tra i tubuli di una loggia testicolare e contiene le **cellule del Leydig**, cellule a **funzione endocrina** che sotto la stimolazione dell'LH producono **testosterone**, vasi ematici e linfatici e **connettivo**.
- **Componente tubulare**, suddivisa in un comparto basale (spermatogoni) e uno adluminale. **Tubuli seminiferi** sono formati da un **epitelio seminifero**, composto da **cellule di sostegno o del Sertoli**, ancorate con la parte baso-laterale alla lamina propria, e da **cellule germinali**. Oltre a queste troviamo le **cellule peritubulari**, che separano il testicolo dal circolo, formando la c.d. barriera emato-testicolare, a protezione delle cellule in meiosi II da un attacco del SI (orchiti autoimmuni); le giunzioni serrate poste tra le cellule del Sertoli rappresentano la seconda componente di questa barriera. Nell'insieme tutti questi elementi formano la **componente endocrina**.

N.B. Mentre nella femmina un numero incalcolabile di cellule della granulosa circonda una singola cellula uovo, nel maschio una singola cellula del Sertoli si occupa del sostentamento di più spermatogoni (compartimento somatico).

Le cellule del Sertoli rispondono alla stimolazione con FSH e possiedono sulla loro superficie recettori sia per gli ormoni proteici che per quelli steroidei. Queste cellule sono responsabili della produzione di una serie di ormoni, tra cui l'**Androgen Binding Protein (ABP)**, che consente di tesaurizzare il testosterone prodotto dalle cellule del Leydig per una corretta spermatogenesi, le **glicoproteine solfatate 1 e 2**, che operano nel campo della fertilità, la **transferrina** e l'**inibina**, un peptide che deprime, secondo un meccanismo di feedback negativo, la produzione di FSH (la cui funzione nel maschio è meno nota rispetto alla femmina). Con il raggiungimento della pubertà queste cellule smettono di replicare.



Gli spermatogoni solitamente crescono legati da ponti citoplasmatici, probabilmente per maturare in modo sincrono. Essi moltiplicano prima per mitosi, poi per meiosi I e II. La spermatogenesi avviene nella porzione contorta del tubulo seminifero, che successivamente assume un andamento retto prima di entrare nella rete testis, accolta nel mediastino testicolare e connessa al sistema dei dotti escretori (8-12 dotti efferenti, epididimo, dotto deferente, che termina con l'ampolla, più o meno sviluppata a seconda delle specie, e uretra pelvica).

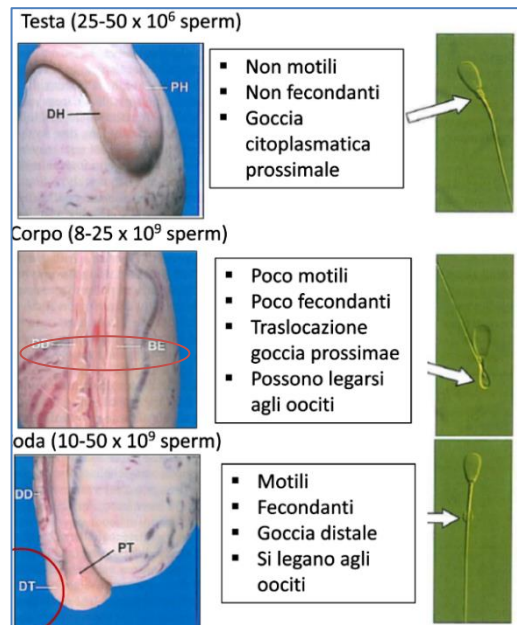


Sviluppo embrionale. Il testicolo fetale produce due fattori responsabili della differenziazione in senso maschile: gli **androgeni** e l'**Anti-Müllerian Hormone (AMH)**. L'AMH, ormone glicoproteico appartenente alla famiglia del TGF- β , è prodotto dalle cellule del Sertoli del testicolo fetale ed è responsabile dell'involuzione dei *dotti paramesonefrici di Müller*, da cui originano utero e vagina. È misurabile nel maschio adulto, ma non nella femmina, almeno non fino alla pubertà. L'AMH nella femmina è prodotto dalle cellule della granulosa e ha la funzione di ridurre la sensibilità dei follicoli primari all'FSH; i suoi livelli decrescono in funzione della riduzione della riserva ovarica. N.B. Anomalie nel processo di differenziamento delle gonadi e dei dotti possono dar luogo alle varie forme di intersessualità.

EPIDIDIMO

L'epididimo si forma dalla confluenza dei dotti efferenti e viene suddiviso in **testa**, **corpo** e **coda**. Attraverso la *spermiazione* gli spermatozoi sono immessi nel sistema dei dotti e diluiti nei liquidi prodotti a livello testicolare. Dal dotto efferente lo spermatozoo arriva nella parte prossimale della testa.

La parete dell'epididimo presenta uno strato molto spesso di fibre muscolari disposte circolarmente e un epitelio pseudostratificato. Lungo i tre segmenti si osserva una progressiva riduzione dell'altezza dell'epitelio e delle stereociglia e un aumento del lume tubulare. L'epididimo è convoluto ed è lungo decine di metri (4-6 m gatto; 72-81 m stallone) e al suo interno avvengono la fagocitosi dei frammenti cellulari, il riassorbimento dei liquidi testicolari e la liberazione di secreti con funzione trofica.



- A livello di **testa** la concentrazione di spermatozoi è di **25-50 milioni**. A questo punto gli spermatozoi sono differenziati ma ancora immaturi (portano ancora una goccia citoplasmatica prossimale, sono immobili e incapaci di fecondare).
- Il **corpo** decorre parallelamente al dotto deferente ma in direzione opposta ed è connesso al testicolo per mezzo del mesoepididimo (insieme definiscono lo spazio c.d. borsa testicolare).

Qui gli spermatozoi sono presenti alla concentrazione di **8-25 miliardi**, sono ancora poco mobili e poco fecondanti, ma è già avvenuta la traslocazione della goccia prossimale e possono legarsi agli oociti. N.B. In idonee condizioni di incubazione gli spermatozoi prelevati dal corpo possono essere subire una modificazione per la quale riuscire a legarsi agli oociti.

- A livello di **coda** il processo di maturazione è completato e qui gli spermatozoi soggiornano fino all'eiaculazione¹: sono mobili e fecondanti se esposti a determinati substrati, mostrano la goccia citoplasmatica distale (un segno di immaturità che viene perso all'atto dell'eiaculazione). Nel caso di animali di grande pregio deceduti o appartenenti a specie a rischio di estinzione, è possibile eseguire un flushing (entro 24h in caso di decesso) a livello della coda per la raccolta di questi gameti. Gli androgeni stimolano la contrazione ritmica della muscolatura liscia della coda dell'epididimo per il rilascio della riserva spermatica (gli altri tratti non sono responsivi).

Il tempo di transito degli spermatozoi all'interno dell'epididimo è specie-specifico (i valori sono espressi in giorni).

<u>Species</u>	<u>Head</u>	<u>Body</u>	<u>Tail</u>	<u>Total</u>
Boar	3	2	4-9	9-14
Bull	2	2	10	14
Camel	0.2	0.3	1.5	4.2
Man	1-2	0.5	5	6.5-7.5
Ram	1	3	8	12
Stallion	1	2	6	9

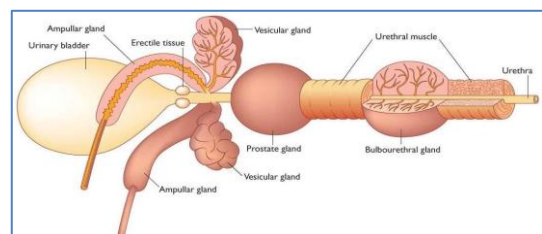
DOTTO DEFERENTE

Il dotto deferente ha inizialmente un decorso tortuoso ma a circa metà del testicolo sale rettilineo. Nella prima parte decorre parallelamente ai vasi, quindi se ne allontana in corrispondenza dell'orifizio del processo vaginale per collegarsi all' uretra. Prima del suo sbocco nell'uretra (a livello del collicolo seminale) presenta un ispessimento, l'*ampolla del dotto deferente*, che ospita delle ghiandole. Nello stallone, nel toro, nel becco e nell'ariete il deferente si unisce con il dotto escretore della vescichetta seminale per formare il dotto eiaculatore.

PLASMA SEMINALE (PAG. 128)

Le ghiandole sessuali accessorie sono associate alla porzione pelvica dell'uretra e comprendono:

- Ampolle del deferente (tutti).
- Vescichette seminali (stallone, ruminanti, verro, uomo).
- Prostata (tutti) *.
- Ghiandole bulbouretrali (tutti tranne il cane) **.



* La prostata è costituita da una *porzione disseminata* e immersa nella parete dell'uretra pelvica e da una porzione indipendente, il *corpo prostatico*. Nello stallone è presente solo il corpo, nel becco e nel montone è presente solo la porzione disseminata, nel cane e nel gatto il corpo della prostata è molto voluminoso.

¹ La riserva dipende dal numero di eiaculazioni, o *salti*, che l'animale compie.