

RIPRODUZIONE E SVILUPPO EMBRIONALE

Il ponte di collegamento tra i genitori ed i figli, loro diretti discendenti, è molto stretto e consiste in una **cellula uovo fecondata** (lo **zigote**) che porta i materiali di informazione ereditaria che derivano da entrambi i genitori.

Gli organi riproduttori della specie umana

Nell'**apparato sessuale maschile**, le **ghiandole sessuali (testicoli)** sono situate esternamente all'addome, nella **borsa scrotale** o **scroto**. I testicoli sono formati da moltissimi **tubuli seminiferi**, nei quali si producono gli **spermatozoi**. Questi ultimi, in ogni testicolo, passano poi nel rispettivo **vaso deferente**. I due dotti deferenti sboccano poi nel **tratto comune dell'uretra**. Attraverso questo canale, a livello maschile, transita non solo l'urina ma anche gli spermatozoi che vengono portati all'esterno dal liquido spermatico.

L'uretra attraversa infatti l'**organo copulatore (pene)** che permette l'accoppiamento fisico con il trasferimento del liquido spermatico (che contiene gli spermatozoi) dal maschio alla femmina.

Gli **spermatozoi** sono dispersi nel **liquido seminale**, prodotto dalle **ghiandole seminali**, dalla **prostata** e dalle **ghiandole di Cowper**.

Nell'**apparato sessuale femminile**, le ghiandole sessuali (**ovaie**) sono poste nella cavità addominale, in rapporto indiretto con gli **ovidotti** o **tube di Falloppio**, che presentano un **tessuto mucoso ciliato**. Le tube si aprono nell'**utero**, un organo con **pareti spesse e muscolose (miometrio)** e con un **tessuto di rivestimento nella sua cavità (endometrio)**. L'utero si apre all'esterno con la **vagina**.

Il numero dei cromosomi nella specie umana

Ogni specie di individui eucarioti, quindi anche quella umana, presenta un numero di cromosomi costituito da due serie uguali di cromosomi. Ogni cromosoma presenta il suo cromosoma omologo, perché metà del corredo è di derivazione materna e metà è di derivazione paterna.

Nelle **cellule somatiche** della specie umana il **corredo cromosomico** è **diploide (2n)**, formato da 23 cromosomi di derivazione materna e 23 di derivazione paterna. In tutto vi sono 46 cromosomi. Le **coppie dei cromosomi omologhi** sono **22**; esiste poi una coppia di cromosomi (**eterocromosomi** o **cromosomi sessuali**) che può essere **XX (femmina)** o **XY (maschio)**.

Questo numero si mantiene costante nelle cellule somatiche perché queste ultime sono interessate dalla **mitosi (divisione equazionale)** durante la loro duplicazione.

Le **cellule gametiche (ovuli femminili e spermatozoi maschili)** hanno invece un **corredo cromosomico aploide (n)**, provvisto quindi di 23 cromosomi. La riduzione a metà del corredo cromosomico si verifica nel corso della **gametogenesi**, mediante il processo di **meiosi (divisione riduzionale)**.

La gametogenesi maschile

La gametogenesi maschile è detta anche **spermatogenesi**.

Nei testicoli, le cellule che si trasformeranno in spermatozoi sono originariamente degli spermatogoni (corredo genetico diploide, 2n) che si moltiplicano normalmente per mitosi come tutte le cellule somatiche del corpo.

Terminata la fase di moltiplicazione, il nucleo di ciascun spermatogonio si gonfia ed inizia il processo della meiosi, generando degli spermatociti di primo ordine (o spermatociti primari).

I cromosomi sono ben evidenti ed ognuno di essi si avvicina al suo omologo (stadio di pachitene): si ottiene un numero n di coppie, dette bivalenti o tetradi (ciascun bivalente è costituito da quattro cromatidi).

Si attiva allora la prima divisione meiotica: scompare la membrana nucleare, i cromosomi di ciascun bivalente si dispongono sulla piastra equatoriale, e si forma un fuso come nella mitosi.

I cromosomi migrano ai poli e si formano due cellule: sono gli spermatociti di secondo ordine (o spermatociti secondari).

Si attiva allora la seconda divisione meiotica: migrano ai poli i cromatidi di ciascun cromosoma e da ogni spermatociti di secondo ordine si formano due spermatidi, che si trasformeranno poi in spermatozoi.

Si osserva così che i quattro cromatidi che componevano ogni tetrade si dispongono in quattro distinti spermatozoi.

La gametogenesi femminile

La gametogenesi femminile è detta anche **oogenesi** o ovogenesi.

Nelle ghiandole delle **ovaie**, dalle cellule primordiali che si dividono per mitosi, si producono numerosi **oogoni** che hanno corredo genetico diploide ($2n$) come le cellule somatiche.

Questi oogoni entrano nella prima fase della meiosi e generano degli oociti di primo ordine (o oociti primari). Durante la meiosi avviene anche la vitellogenesi; il citoplasma dell'oocita si arricchisce di tuorlo per il nutrimento del futuro embrione.

Quando nel nucleo si ha la prima divisione meiotica, i bivalenti si portano verso la periferia della cellula e si dividono; quelli che si trovano ad un polo si staccano come una gemma, formando il primo globulo polare (polocita primario) e quelli che si trovano all'altro polo formano l'oocita di secondo ordine o oocita secondario.

La seconda divisione meiotica avviene con lo stesso meccanismo e l'oocita secondario produce un secondo globulo polare (polocita secondario), che viene espulso, ed un ovulo maturo, pronto per la fecondazione. L'ovulo maturo (o uovo) ha un corredo genetico aploide (n). La divisione del polocita primario genera altri due polociti secondari, non fecondabili.

L'ovulazione nella donna

Nelle ovaie femminili della specie umana viene prodotto **un ovulo maturo ogni 28 giorni circa**. Questo si sviluppa dal **follicolo di Graaf**.

La ghiandola ipofisi rilascia un ormone, chiamato **ormone follicolostimolante** (o **FSH**), che determina la maturazione del follicolo stesso.

La **teca del follicolo** produce degli **ormoni estrogeni**, che determinano il fenomeno dell'**estro** che, a sua volta:

- stimola gli organi sessuali secondari;
- determina l'**ispessimento dell'endometrio** (mucosa di rivestimento della cavità uterina);
- stimola la produzione dell'**ormone luteinizzante** (o **LH**) da parte dell'ipofisi.

Elevate concentrazioni di ormone LH ed una **bassa concentrazione di ormone FSH** provocano il **fenomeno dell'ovulazione**, cioè la **rottura del follicolo ovarico** e la **fioritura della cellula uovo**.

Il **residuo del follicolo** va quindi a formare il **corpo luteo**, che produce il **progesterone**. Questo ormone determina:

- il rigonfiamento dell'utero;
- un aumento della capillarizzazione dell'utero;
- la formazione completa dell'endometrio;
- la inibizione nella produzione di ormone FSH.

Si possono verificare poi due condizioni:

- **se l'uovo non viene fecondato**, il **corpo luteo regredisce** e quindi **non produce più progesterone**; ne consegue un **aumento del tasso di ormone FSH**;
- **se l'uovo viene fecondato**, il **corpo luteo diventa permanente (corpo luteo gravidico)**, continuando la **produzione di progesterone**; viene quindi **inibita la produzione di ormone FSH**.

L'**ipofisi** produce inoltre anche l'**ormone prolattina** (detto anche **ormone luteotropo o LTH**), che **stimola la produzione di progesterone** e agisce sull'**attivazione del parenchima delle ghiandole mammarie**, che si predispongono alla **lattazione**.

Caratteristiche delle cellule gametiche

I gameti maschili o **spermatozoi** sono **mobili** e costituiti da:

- una **testa**, nella quale è contenuto il **nucleo con i 23 cromosomi di derivazione maschile**; la parte più avanzata della testa dello spermatozoo è detta **acrosoma**;
- un **collo**, con i **mitocondri** molto ravvicinati;
- un **flagello** (lungo circa 50 μ).

I gameti femminili o **uova** sono più grandi degli spermatozoi; sono di forma ovale o rotondeggiante e sono **immobili**.

Facendo dei confronti con altre specie di vertebrati, si osserva che le **cellule uovo** possono avere **dimensioni molto diverse** (si pensi all'uovo di gallina e alla cellula uovo della specie umana) e contenere una **quantità variabile di sostanza nutritiva (tuorlo o vitello)** per il futuro sviluppo dell'embrione.

Si possono distinguere:

- **uova oligolecitiche**, piccole, con poco tuorlo, poiché gli embrioni assumono il nutrimento dal corpo materno (**specie umana**) o dall'ambiente esterno, nel quale l'embrione si sviluppa sotto forma di larva (anellidi, echinodermi);
- **uova teleolecitiche**, grosse, con molto tuorlo che nutre l'embrione (**rettili, uccelli**); il **rosso dell'uovo è in realtà la cellula uovo**; il bianco (**albume**) è prodotto dall'ovidotto; il **guscio calcareo** serve per far passare l'aria in entrata (ciò che serve alla respirazione è l'ossigeno) e in uscita (viene espulsa l'anidride carbonica che deriva dalle attività ossidative, cataboliche, attivate dall'embrione);
- **uova centrolecitarie**, con un tuorlo collocato nella regione centrale, circondato dal citoplasma (artropodi).

La fecondazione

La fecondazione consiste nel processo di unione del gamete maschile con il gamete femminile in ambiente più o meno ricco di acqua (**fecondazione esterna**) o all'interno del corpo materno (**fecondazione interna**).

In realtà la testa dello spermatozoo perfora la membrana della cellula uovo e riversa il proprio contenuto nucleare aploide (n) di provenienza maschile all'interno del nucleo della cellula uovo.

Si genera quindi per **anfimissi il nucleo diploide (2n) dello zigote**.

Lo zigote è la cellula da cui originerà il nuovo individuo.

L'apparato della sfera, portato dallo spermatozoo, dà origine al primo fuso di segmentazione, mentre i cromosomi si dispongono all'equatore ed inizia la prima divisione di segmentazione che darà origine alle prime due cellule dell'embrione.

Le prime fasi dello sviluppo embrionale

La cellula uovo fecondata (**zigote**), dopo l'anfimissi, **si divide in due cellule**, dette **blastomeri**. Ogni **blastomero** si divide per **mitosi** e, in successione, si avranno **4, 8, 16, 32**, ecc. **blastomeri**.

Nella **specie umana** abbiamo delle **uova oligolecitiche** e si verifica la **segmentazione completa**. Dopo un certo numero di divisioni, l'**embrione** assomiglia ad una palla piena (**mòrula**) con i blastomeri addossati gli uni agli altri. Diviene poi una palla cava al suo interno (**blàstula**): la cavità interna (**blastocèle**) è ripiena di liquido, ed è delimitata all'esterno da **blastomeri**.

Nelle **uova telolecitiche** dei **rettili** e degli **uccelli** si divide invece solo la parte più ricca di citoplasma (**polo animale**) che, alla fine delle divisioni, appare come un disco sul polo superiore dell'uovo (disco germinativo). La parte ricca di tuorlo (polo vegetativo) non si segmenta e forma la riserva nutritiva dell'embrione.

Alla segmentazione fa seguito il processo di **gastrulazione**.

I **blastomeri della regione del polo vegetativo** o i **margini di esso** si introflettono nel blastocele (cavità interna) e si accollano a quelli del polo animale.

La **cavità del blastocele si riduce sempre di più** (si immagini di avere un pallone da calcio sgonfiato e di premere con le dita delle due mani su un emisfero) e si arriva ad ottenere uno spazio ristretto compreso tra **due foglietti embrionali**: uno esterno (**ectoderma**) e uno interno (**endoderma**).

E' questo lo stadio di gastrula, che ha l'aspetto di una cupola, la cui concavità, tappezzata dall'endoderma, è detta **archènteron**.

L'**apertura dell'archenteron** che comunica con l'esterno è detta **blastoporo**. Il blastoporo diventa **apertura della bocca** negli anellidi, negli artropodi e nei mollusci (**protostomi**) e **apertura anale** negli echinodermi e nei cordati (**deuterostomi**).

Successivamente tra i due foglietti embrionale dell'ectoderma e dell'endoderma se ne forma un terzo (**mesoderma**).

Dopo la gastrulazione ha inizio la differenziazione dei vari organi e tessuti.

....completare: da foglietti embrionali ad organi e apparati.

Lo sviluppo embrionale dei pesci, degli anfibi e dei sauropsidi

Negli anfibi l'uovo è provvisto di tuorlo e la sua segmentazione è totale; il polo vegetativo si segmenta più lentamente, perché c'è una concentrazione di vitello che serve a nutrire l'embrione.

Nei pesci si ha la segmentazione del polo animale; il vitello rimane non segmentato e costituisce il sacco vitellino che aderisce al ventre dell'embrione: con lo sviluppo dell'animale il sacco scompare.

I **rettili** e gli **uccelli** hanno **uova teleocitiche** e la massa del tuorlo costituisce il **sacco vitellino** che comunica con l'**intestino** attraverso il **dotto vitello-intestinale**. Inoltre si formano **tre annessi embrionali** (**amnios**, **corion** e **allantoide**) che sono assenti nei pesci.

L'**amnios** forma un sacco chiuso che circonda l'embrione ed è ripieno di **liquido amniotico**, che mantiene umido l'embrione.

Il **corion** è una membrana che circonda l'amnios e il sacco vitellino: svolge una funzione di protezione.

L'**allantoide** è un **sacco collegato all'intestino posteriore** mediante un canale (**uraco**) che corre parallelamente al dotto vitello-intestinale. L'allantoide si estende fra l'amnios e la parete interna del corion ed è irrorato da vasi sanguigni; in esso si versano i prodotti del catabolismo.

L'embrione respira in questa maniera: l'ossigeno atmosferico attraversa il guscio poroso, giunge in contatto con i vasi sanguigni dell'allantoide e viene quindi trasferito all'embrione.

Lo sviluppo embrionale nei mammiferi

Nei **mammiferi** e nell'**uomo** l'embrione è avvolto dall'**amnios** e dall'**allantoide**, ma il **sacco vitellino** è **molto ridotto**. Poiché l'**uovo** è **privo di tuorlo**, l'embrione, per il suo nutrimento, non ha a disposizione la sostanza del vitello, ma l'apporto di nutrienti avviene con un meccanismo diverso rispetto a quello degli altri vertebrati.

Il **corion** aderisce alla **parete uterina**, insinuandosi intimamente all'interno di essa per mezzo di estroflessioni (**villi coriali**). I vasi sanguigni dell'allantoide giungono in continuazione, attraverso i villi del corion, con i vasi sanguigni della parete uterina e si forma una particolare struttura che prende il nome di **placenta**.

Il **nutrimento** e l'**ossigeno** atmosferico passano dai vasi sanguigni materni a quelli dell'embrione attraverso la **vena ombelicale**, che si versa nella **vena cava del feto**, mentre l'**anidride carbonica** e i **prodotti di escrezione** passano dal feto alla madre attraverso la placenta per mezzo dell'**aorta ombelicale**, che parte dall'**aorta del feto**.

I vasi sanguigni ombelicali corrono ravvicinati nel **cordone ombelicale** che collega la madre al nascituro. I due sistemi sanguigni (della madre e del feto) non sono in continuità; pur essendo separati sono in intimo contatto così da permettere gli scambi di ossigeno e di anidride carbonica, di sostanze nutritive e di sostanze di rifiuto.

Il **feto non ha una piccola circolazione** (cuore - polmoni - cuore), perché non ha polmoni funzionanti.

Quando il feto ha completato il suo sviluppo, avviene la **nascita**. La vagina della madre si dilata e l'utero, per mezzo di contrazioni ritmiche, spinge il feto all'esterno. La **gestazione** (o **gravidanza**) è il periodo che intercorre tra il momento della fecondazione e quello della nascita e **dura circa 9 mesi**.

Alla nascita cessa la circolazione attraverso la placenta e si instaura la piccola circolazione (cuore - polmoni - cuore), proprio perché i polmoni cominciano a funzionare. Infatti, con il suo primo vagito, il neonato riempie i polmoni di aria.

Durante la gestazione la **placenta** è ben impiantata perché **secerne un ormone che induce il corpo luteo a produrre progesterone**; questo ormone mantiene soffice la parete uterina in cui è annidato l'uovo fecondato e l'embrione che da esso si sviluppa.

Con l'espulsione della placenta, non si produce più progesterone e l'utero ritorna normale. Nell'ultimo periodo della gravidanza, le mammelle si riempiono di un liquido simile alla linfa (colostro).

Dopo la nascita, l'ormone prolattina agisce sui tessuti ghiandolari delle mammelle ed inizia la secrezione del latte (lattazione). La prolattina stimola la produzione latte e l'asportazione ipofisaria in femmine che allattano blocca la secrezione. La secrezione di prolattina rende manifeste anche quelle cure parentali che vengono definite come **istinto materno**.