

# Fecondazione Esterna

Testo riorganizzato e fedele all'originale

## Introduzione alla fecondazione

“GLI ELEMENTI CHE SI UNISCONO SONO SINGOLE CELLULE, CIASCUNA IN PUNTO DI MORTE, MA CON LA LORO UNIONE SI FORMA UN INDIVIDUO RINGIOVANITO, CHE COSTITUISCE UN ANELLO DELL'ETERNO PROCESSO DELLA VITA” (Lillie F.R., 1919)

La fecondazione, pur variando nelle modalità da specie a specie, può essere riassunta nelle seguenti tappe fondamentali:

1. Acquisizione della motilità dello spermatozoo e chemioattrazione
2. Riconoscimento e legame dello spermatozoo agli involucri ovulari
3. Esocitosi della vescicola acrosomale (reazione acrosomiale)
4. Passaggio attraverso gli involucri ovulari
5. Fusione delle membrane cellulari di uovo e spermatozoo
6. Fusione del materiale genetico dei due gameti (pronuclei)
7. Attivazione del metabolismo dell'uovo per iniziare lo sviluppo

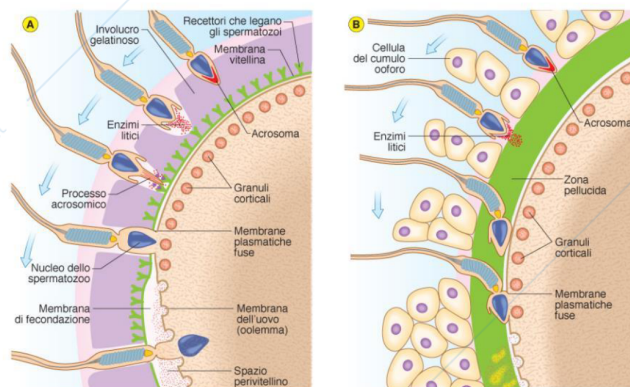
La fecondazione realizza due scopi principali:

- .. Ricombinazione di geni
- .. Formazione di un nuovo organismo

## Modalità di fecondazione

- Fecondazione interna: tipica dei mammiferi, con meccanismi poco conosciuti fino all'avvento delle tecniche di IVF.
- Fecondazione esterna: modello storico per lo studio dei meccanismi della fecondazione è il riccio di mare.

Eventi della fecondazione nel riccio di mare e nei mammiferi



## Eventi della fecondazione nel riccio di mare e nei mammiferi

### Fecondazione esterna

- Sincronia nel rilascio dei gameti
- Attrazione dei gameti
- Riconoscimento specie-specifico tra spermatozoo e uovo

### Sincronia nel rilascio dei gameti

Esempio: studio della sincronia di maturazione e rilascio dei gameti nel mollusco bivalente *Dreissena polymorpha*.



Il legame degli spermatozoi non avviene sull'intera superficie dell'uovo, ma in un numero limitato di siti di legame.

- Nel riccio di mare, la reazione acrosomiale (esposizione delle molecole di bindina) è sufficiente a promuovere la fecondazione.
- Esistono recettori per la bindina specie-specifici sull'uovo (glicoproteine di circa 350 KDa), come EBR1 (Egg Binding Receptor 1).
- Tratti N-terminali (amminoacidi idrofobici) della bindina sono responsabili della fusione delle membrane plasmatiche.
- Nel riccio di mare spermatozoi possono aderire su tutta la superficie dell'uovo, mentre negli anfibi anuri i recettori sono presenti solo a livello del polo animale.

#### **Fusione delle membrane cellulari di spermatozoo e uovo**

- L'ingresso dello spermatozoo determina polimerizzazione dell'actina nell'uovo.
- Formazione del cono di fecondazione.

#### **Fusione del materiale genetico dei due gameti**

- Nucleo e centriolo prossimale ruotano di 180°.
- Formazione del spermaster.
- Migrazione dei pronuclei, sostituzione protamine-istoni.
- Duplicazione del centriolo e formazione dell'anfiaster (due poli del primo fuso mitotico).
- Fusione dei pronuclei (anfimissi).

#### **Recettori dell'acetilcolina e canali Na<sup>+</sup> sulla membrana dell'uovo**

Sulla membrana plasmatica dell'uovo sono presenti recettori per l'acetilcolina e canali ionici per il sodio (Na<sup>+</sup>).

Questi recettori e canali partecipano al fenomeno elettrofisiologico che si verifica all'inizio della fecondazione.

L'interazione con l'acetilcolina può modulare l'apertura dei canali Na<sup>+</sup>, influenzando il potenziale di membrana dell'uovo.

La variazione del potenziale di membrana (da -70 mV a +20 mV) costituisce il blocco rapido alla polispermia, impedendo l'ingresso di ulteriori spermatozoi dopo il primo.

#### **Attivazione dell'uovo e inizio del programma di sviluppo**

- Per evitare la polispermia.
- Per accogliere il materiale genetico dello spermatozoo.
- Per riattivare il metabolismo.

È un fenomeno elettrofisiologico e biochimico che inizia con una depolarizzazione della membrana plasmatica dell'uovo.

#### **Inibizione della polispermia**

**Monospermia:** condizione normale in cui il nucleo aploide di uno spermatozoo e il nucleo aploide di un uovo contribuiscono a formare il nucleo diploide dello zigote, ristabilendo l'assetto cromosomico tipico della specie.

**Polispermia:** ingresso di più spermatozoi nell'uovo con conseguenze disastrose (es. segmentazione anomala).

Le specie hanno evoluto modalità per impedire l'unione di più nuclei aploidi.

#### **Blocco rapido alla polispermia**

- Avviene in alcune specie (riccio di mare e anfibi, non nella maggior parte dei mammiferi).
- Variazioni del potenziale di membrana dell'uovo: entro 2-3 secondi dal legame del primo spermatozoo, il potenziale passa da -70 mV a +20 mV per l'ingresso di ioni Na<sup>+</sup>.
- Gli spermatozoi non possono fondersi con membrane che hanno potenziale di riposo positivo.
- Fenomeno transitorio: il potenziale resta positivo solo per circa 1 minuto.
- Diminuendo il gradiente di Na<sup>+</sup> aumenta la percentuale di uova polispermiche.

#### **Blocco lento della polispermia**

- Gli spermatozoi legati alla membrana vitellina vengono rimossi mediante reazione dei granuli corticali, un blocco meccanico più lento attivo circa 1 minuto dopo la fusione.
- Processo attivato da un'onda di calcio.
- I granuli corticali si fondono con la membrana plasmatica dell'uovo e liberano il loro contenuto nello spazio tra membrana vitellina e membrana plasmatica, formando la membrana di fecondazione.

#### **Formazione della membrana di fecondazione nel riccio di mare**

1. Una serinproteasi interrompe le connessioni proteiche tra membrana cellulare e membrana vitellina, staccando i recettori della membrana vitellina con gli spermatozoi legati.
2. I mucopolisaccaridi determinano un gradiente osmotico che richiama acqua nello spazio tra membrana plasmatica e vitellina; la membrana vitellina si rigonfia e si trasforma in membrana di fecondazione.
3. L'enzima perossidasi forma legami crociati tra residui di tirosina di proteine adiacenti.
4. La proteina ialina forma un rivestimento intorno all'uovo, a cui si attaccano le estremità di lunghi microvilli, fornendo sostegno ai futuri blastomeri durante la segmentazione.

---

#### **Riassunto esplicativo**

La fecondazione esterna, come quella studiata nel riccio di mare, è un processo complesso e altamente regolato che permette l'unione di due cellule germinali (spermatozoo e uovo) per formare un nuovo organismo. Questo processo si articola in diverse fasi: dallo stimolo e attivazione dello spermatozoo, al riconoscimento specie-specifico tra gameti, fino alla fusione delle membrane cellulari e del materiale genetico.

Un aspetto cruciale è il controllo della polispermia, cioè l'ingresso di più spermatozoi nell'uovo, che può causare gravi anomalie. Per evitarla, le specie con fecondazione esterna hanno sviluppato due meccanismi: un blocco rapido, basato su un cambiamento elettrico della membrana dell'uovo, e un blocco lento, meccanico, mediato dalla reazione dei granuli corticali che modifica la membrana vitellina trasformandola in una barriera impenetrabile.

La fecondazione esterna richiede inoltre una sincronizzazione precisa nel rilascio dei gameti e un riconoscimento chimico e fisico molto specifico, garantito da molecole come le bindine e i loro recettori, che assicurano la specie-specificità dell'evento.

In sintesi, la fecondazione esterna è un processo finemente orchestrato che assicura la formazione di un nuovo individuo con il corretto patrimonio genetico, proteggendo l'uovo da fusioni multiple e avviando il programma di sviluppo embrionale.

