

Механизмы оплодотворения и морфогенеза

Выполнила: студентка группы БГ-41

Хазеева Альфия

Видоспецифичность оплодотворения

Дистантные взаимодействия характерны для водных организмов, с наружным типом оплодотворения. При этом животные сталкиваются со следующими проблемами:

- осуществление встречи спермиев и яиц при их низкой концентрации в среде;
- предотвращение оплодотворения яиц спермиями другого вида.

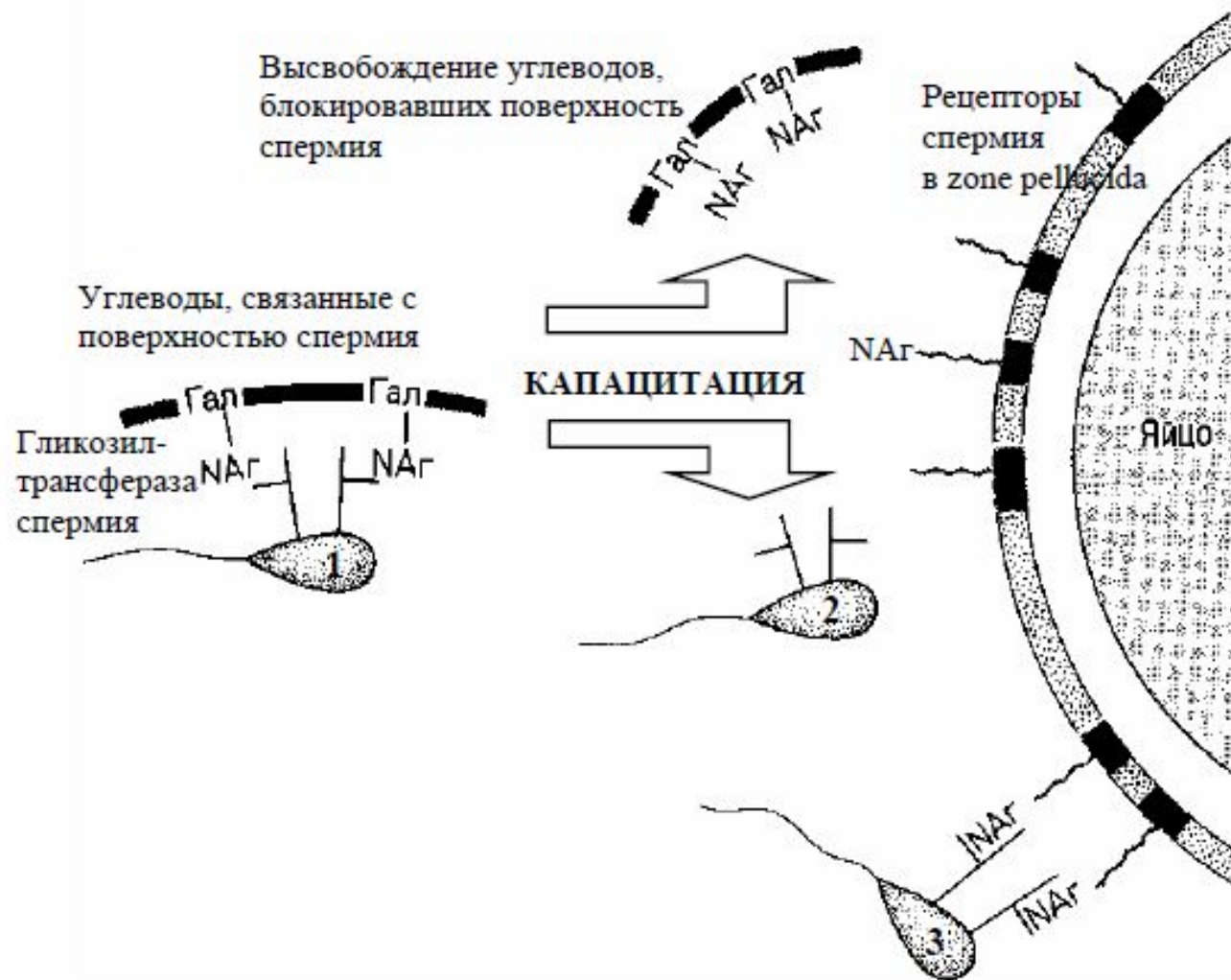
В ходе эволюции выработалось соответственно и два механизма для решения поставленных задач: видоспецифичное привлечение спермиев и видоспецифичная их активация.

два видоспецифичных аттрактанта сперматозоидов морских ежей – **сперакт** и **резакт**

Видоспецифичность оплодотворения

Модель узнавания спермием и яйцом друг друга у млекопитающих (модель капациации) (по Гилберту, 1993):

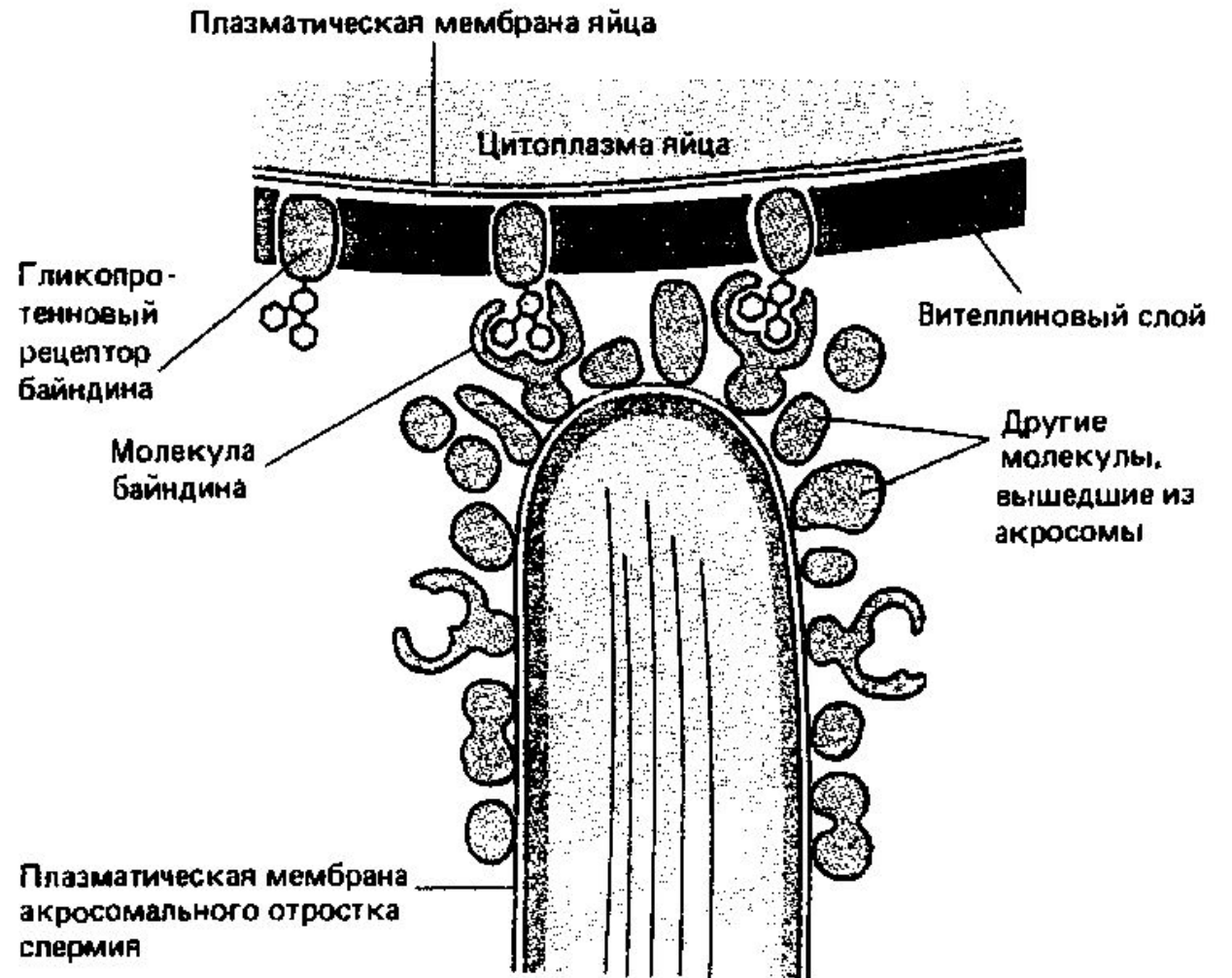
1 – спермий, не прошедший капациации; 2 – капацированный спермий со свободной гликозилтрансферазой; 3 – капацированный спермий, прикрепляющийся к NAг-остаткам гликопротеина zona pellucida



Видоспецифичность оплодотворения

Молекулы байндина, покрывающие поверхность акросомального отростка сперматозоида морского ежа (сильно схематизировано).

Как полагают, эти молекулы связываются специфической олигосахаридной цепью рецептора-гликопротеина, имеющегося в вителлиновом слое яйца



Блокирование полиспермии

Существуют механизмы защиты яйцеклетки от полиспермии:

- Быстрый блок полиспермии
- Медленный блок полиспермии



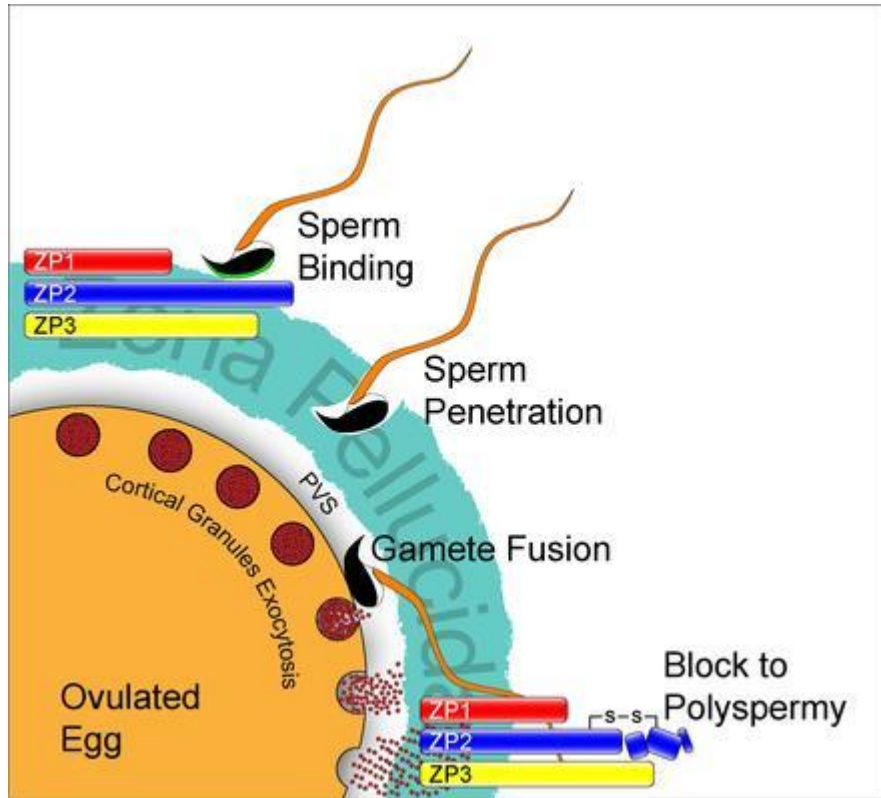
Рис. 5. Формирование оболочки оплодотворения (по Гилберту, 1993):

1 – оболочка оплодотворения; 2 – гиалиновый слой

Блокирование полиспермии

Symbol
TPST ₂
ZP ₂
ASTL
Tpst ₂
PANDA_011840
Tpst ₂
Astl
ZP ₂
Adam ₂₄
TPST ₂
ZP ₂
ASTL
TPST ₂
ZP ₂
TPST ₂
ZP ₂
TPST ₂
ZP ₂
ASTL
TPST ₂
ZP ₂
TPST ₂
ASTL

Блокирование полиспермии



Модель распознавания гамет на поверхности *zona pellucida*. У мышей *zona pellucida* (аквамарин) состоит из ZP1, ZP2 и ZP3, и окружает овуляционные яйца и ранние эмбрионы. Сперматозоид связывается на поверхности блестящей оболочки к N-концевого домена ZP2 в неоплодотворенных яйцеклетках. После происходит слияние генетического материала и активация яйца. Это вызывает миграцию и слияние кортикальных гранул с плазматической мембраной, которая высвобождает овастоцин, металлоэндопротеазу цинка, которая расщепляет ZP2 на 166LA ↓ DE169. Происходит блокирование полиспермии. Сперматозоид связанный с доменом ZP2 в N-конце разрушается протеолитическими ферментами.

Роль ионных сдвигов в активации биосинтетических процессов в яйце

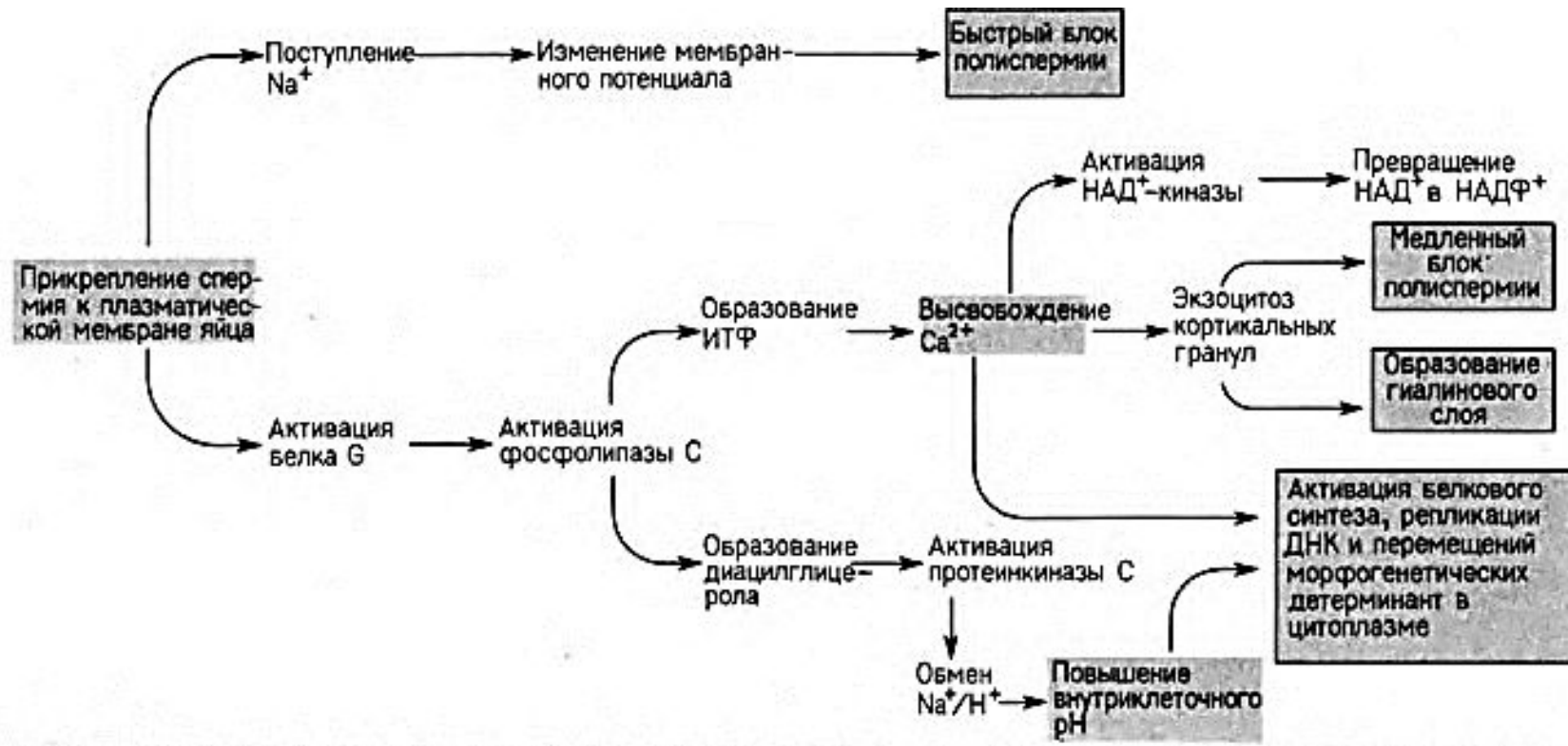
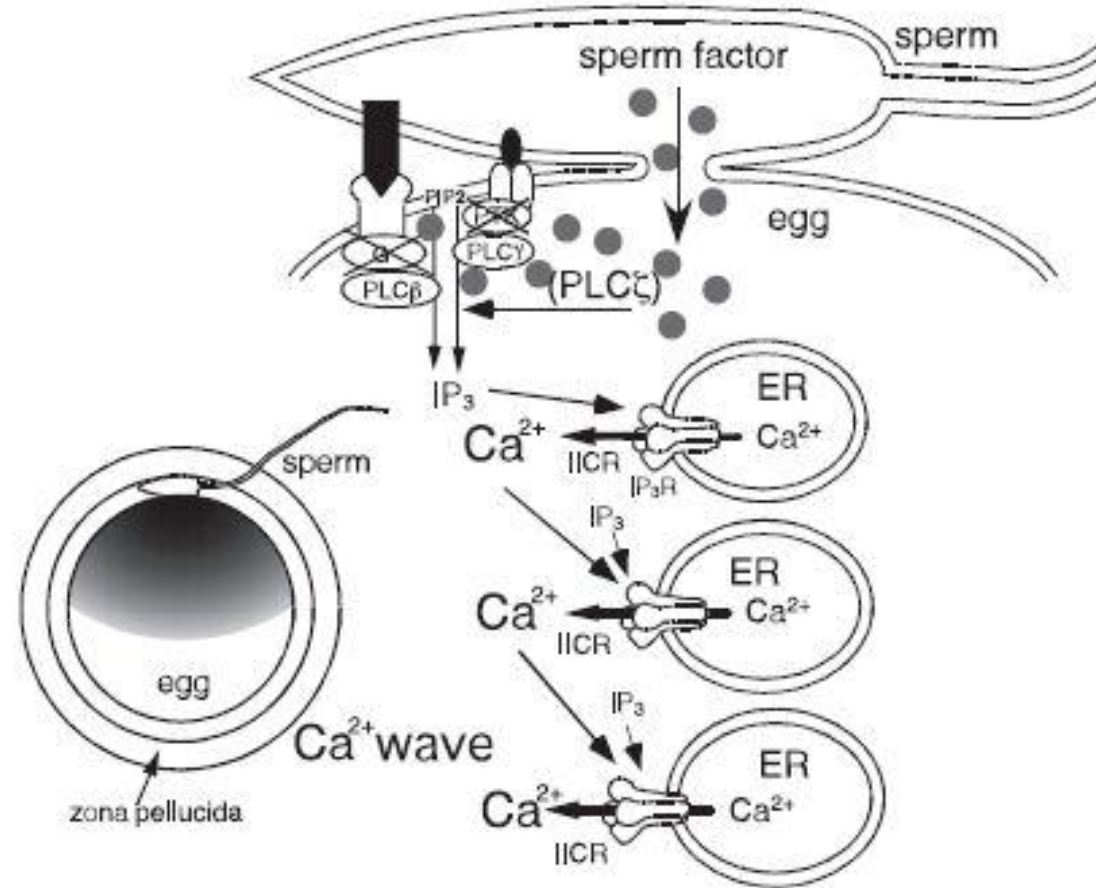
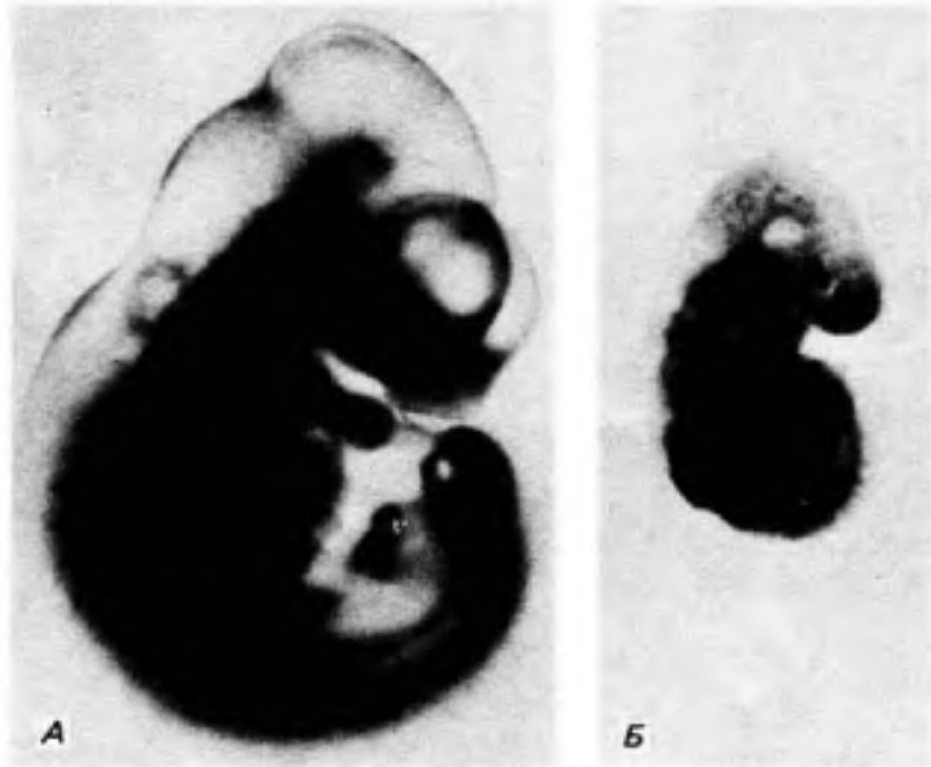


Схема возможных соотношений между разными событиями в процессе оплодотворения у морского ежа. (По Erel. 1980: L. A. Jaffe, личное сообщение.)



Схематическое изображение сперматозоидов яйцо сигнализации, что приводит к последовательному Ca²⁺ + освобождение от ER через IP₃R и формы

Генетическая неровность пронуклеусов у млекопитающих



Зародыши мыши на 11-й день беременности: *А* - контрольный. *Б* - партеногенетический (с двумя женскими пронуклеусами). Зародыши развивались в одной и той же самке. Помимо того, что партеногенетические зародыши имеют меньшие размеры и у них выявляются признаки дегенерации, размеры их плацент также значительно меньше.

Генетическая неровность пронуклеусов у млекопитающих

male pronucleus

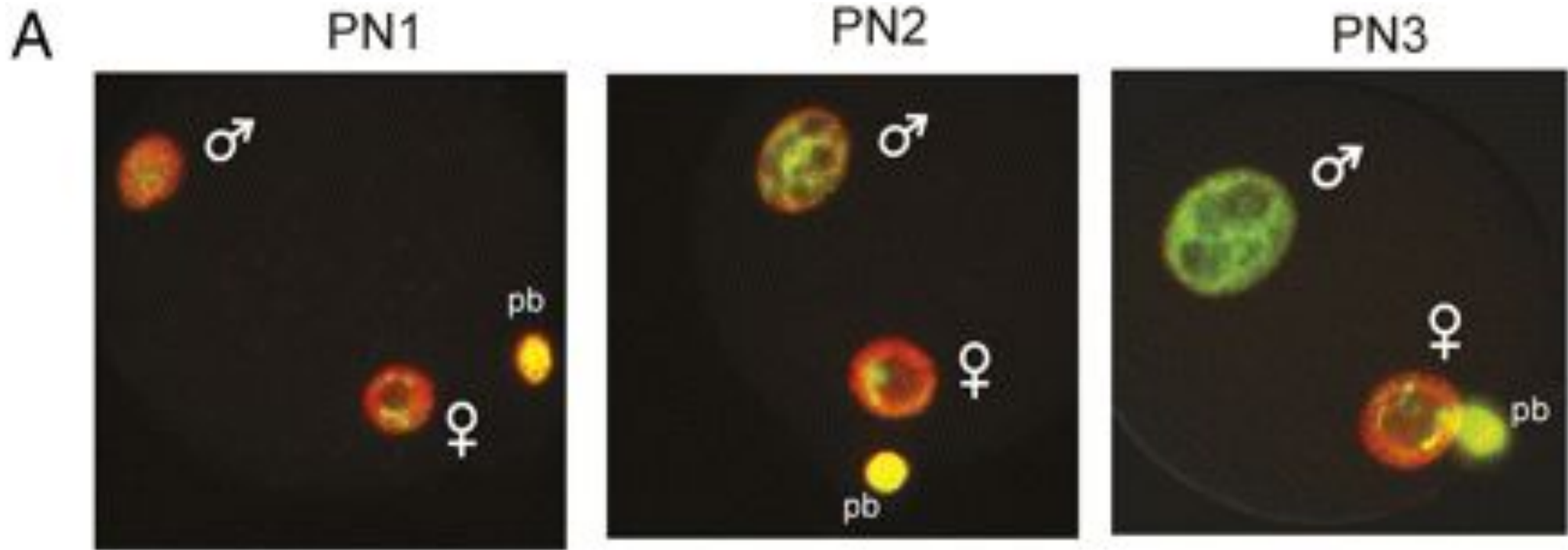
TET3
TBP
CCNA2
RIF1
Ccna2
Tbp
TBP
Tbp
PANDA_005003
CCNA2
PANDA_014728
Tbp
Tet3
Cbx1
CCNA2
Ccna2
RIF1
RIF1
CBX1
CCNA2
Tbp
Tbp

female pronucleus

DPPA3
TET3
TBP
CCNA2
RIF1
AKAP8
Ccna2
Slc2a1
Tbp
TBP
GLUT1
Akap8
Tbp
PANDA_005003
CCNA2
PANDA_014728
PANDA_018130
SLC2A1
Tbp
Tet3
Cbx1

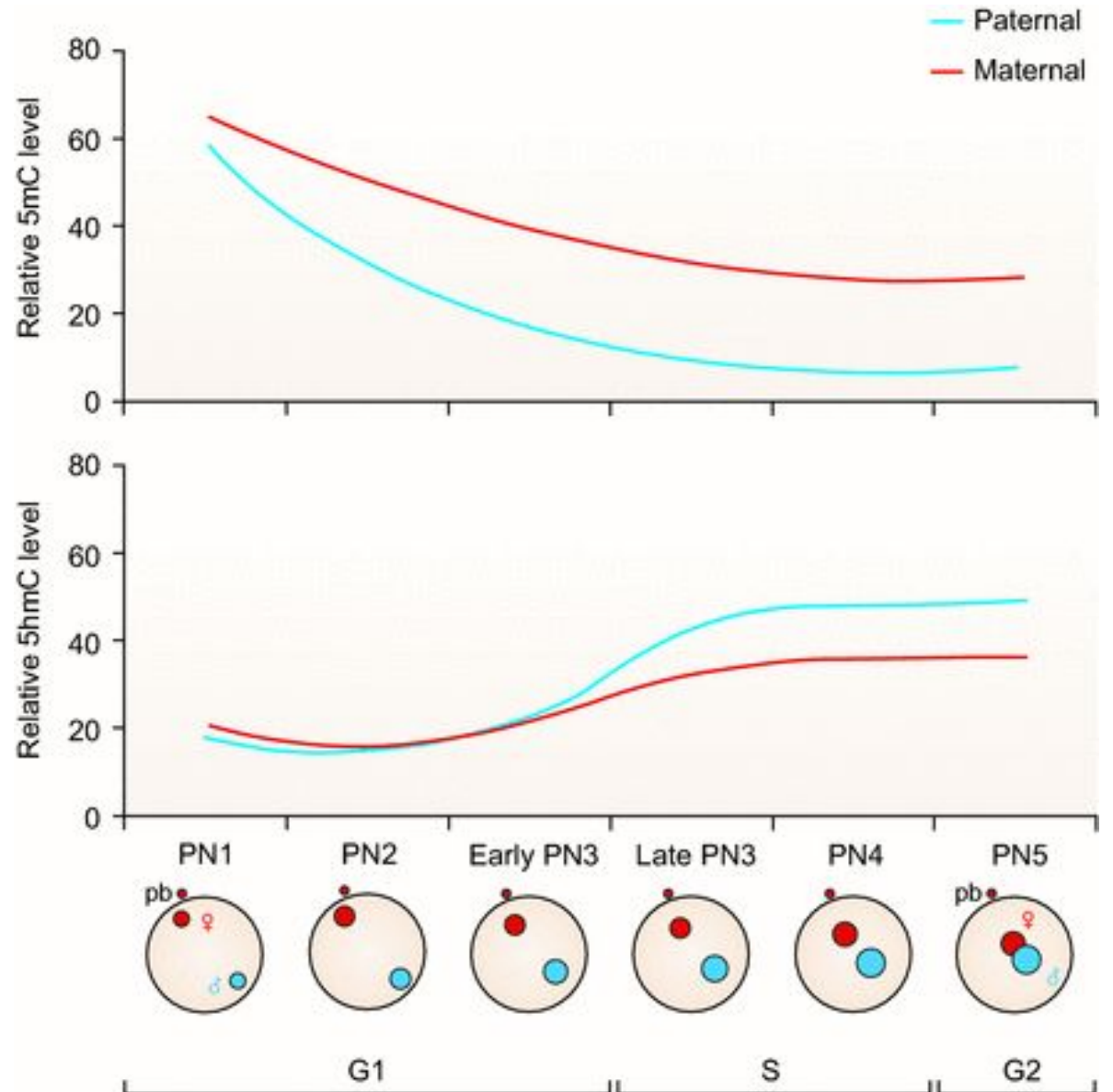
Генетическая неровность пронуклеусов у млекопитающих

5hmC и 5mC в начале пронуклеусов стадии зиготы. (A) зиготы пронуклеусов в стадии PN1, PN2 и PN3 были дважды окрашивали анти-5hmC антитела (зеленый) и анти-антитела 5mC (красный). Объединенные изображения показаны.



Генетическая неровность пронуклеусов у млекопитающих

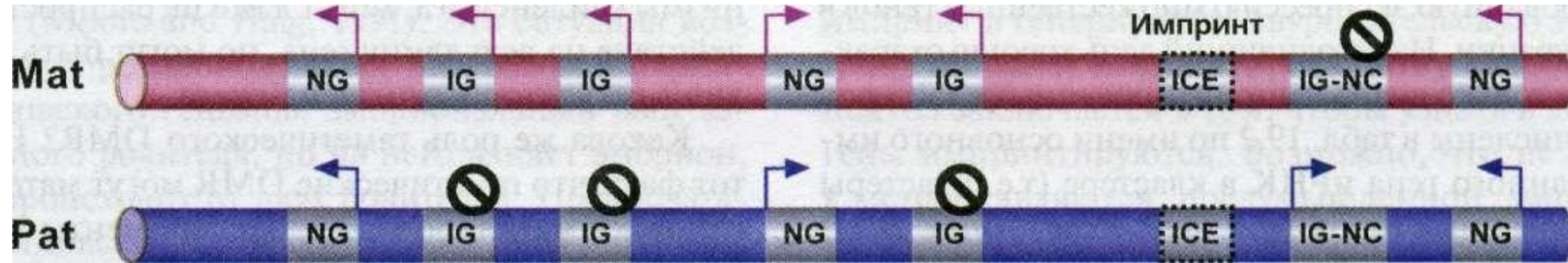
Общие изменения в уровнях 5mC и 5hmC в пронуклеарной стадии зигот мыши.



Явление геномного импринтинга

Геномный импринтинг - это эпигенетический процесс, который происходит в течение овогенеза и сперматогенеза и приводит к функциональным различиям аллельных генов, унаследованных от отца и от матери. Иными словами, геномный импринтинг - это процесс, который обуславливает разную активность некоторых аллельных генов, полученных организмом от отца и матери. Явление геномного импринтинга известно только у плацентарных млекопитающих.

Экспрессия импринтированных генов



Импринтированные гены экспрессируются с одной родительской аллели и часто собраны в кластеры.

Большинство импринтированных генов обнаруживаются в кластерах, которые включают множественные иРНК, кодирующие белки, и по крайней мере одну некодирующую РНК (ncRNA). Могут также присутствовать неимпринтированные гены. Механизм импринтинга действует в *cis*-конфигурации, и импринтированная экспрессия контролируется элементом контроля импринта, который несет эпигенетический импринт, унаследованный от одной родительской гаметы.

Одна пара диплоидных хромосом показана розовым цветом и синим цветом (отцовски-экспрессированный импринтированный ген): (IG) - импринтированный ген иРНК, (IG-nc) - импринтированный ген ncRNA, (NG) - неимпринтированный ген, (ICE) - элемент контроля импринта, (стрелка) - экспрессированный ген, (заполненный кружок) - репрессированный ген.

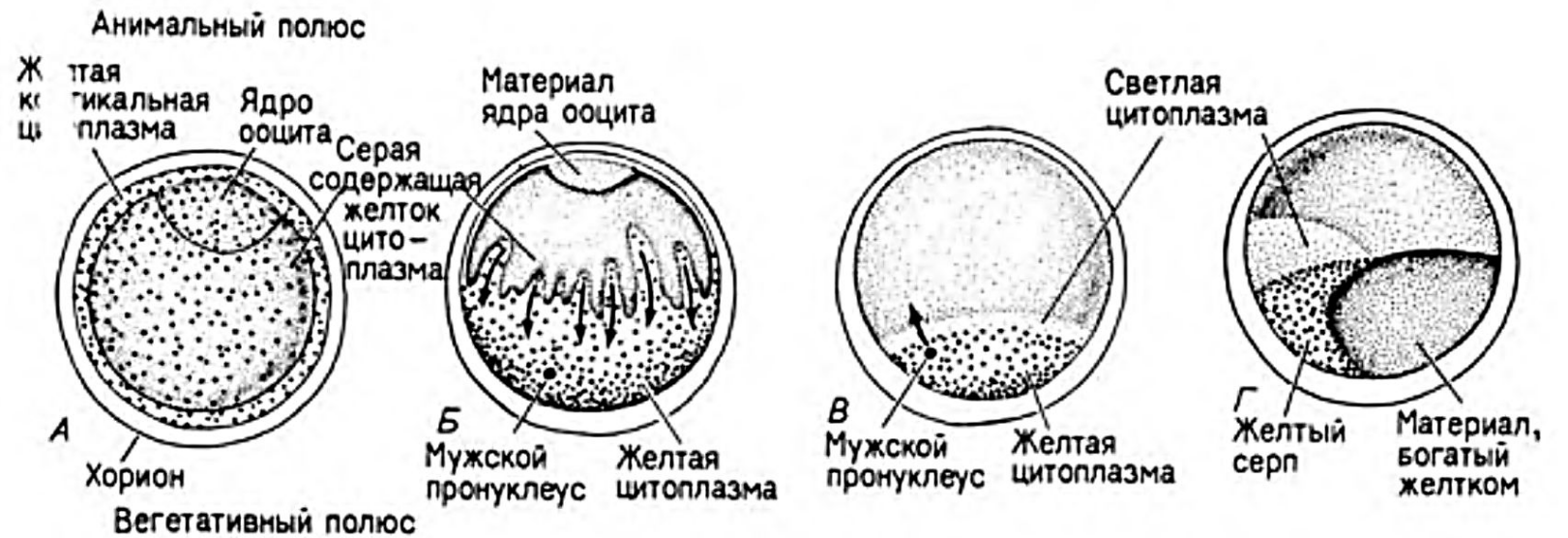
Таблица. Функция импринтированных генов, определяемая путем инактивации генов.

Материнский	Функция гена	Отцовский
-Igf2r -Gnas -Tssc3/lpl -Mash 2 -GrblO/Me gl -/+ Cdknlc	Дефекты роста у эмбриона, в плаценте или на постнатальной стадии	+Igf2 +Cnasxl +Pegl/Mest +Peg3/Pwl +Rasgrfl +Dlk
Nesp Ube3a Kcnql*	Поведенческие или нейрологические дефекты	+Pegl/Mest +Peg3/Pwl +Rasgrfl
Asb1 _{sp} ^{ermalo} s ^{enes} _{is} DCH Lumor ^{oppressor}	Другие дефекты	fyrf [^] strain-specific lethality
H19 ncRNA Slc22a2 Slc22a3	Никаких очевидных дефектов у эмбрионов или новорожденных	Snrpn/Snurf Frat3 Ins2

Особенности кластеров импринтированных генов в геноме мыши.

(M) -материнский, (P) - отцовский, (DMR) - дифференциально метилированный район.

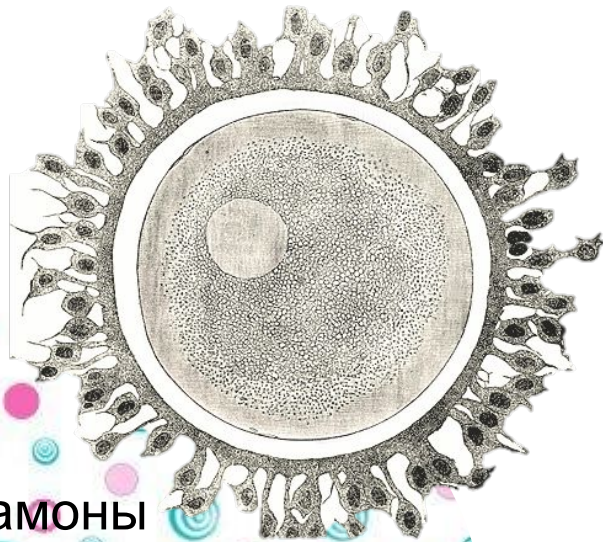
Молекулярно-генетические механизмы морфогенеза



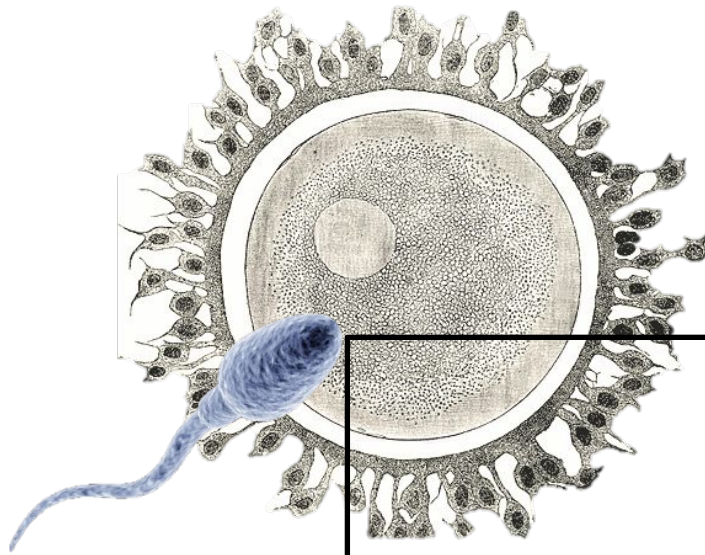
Перемещение цитоплазматических масс в яйце асцидии *Styela partita*. **А.** До оплодотворения желтая кортикальная цитоплазма окружает серую цитоплазму, содержащую желток. **Б.** В момент проникновения спермия желтая кортикальная цитоплазма и светлая цитоплазма из области, где произошло разрушение ядра ооцита, перетекают в вегетативное полушарие по направлению к спермию. **В.** Когда мужской пронуклеус мигрирует в анимальном направлении к женскому пронуклеусу, желтая цитоплазма и светлая цитоплазма перемещаются вместе с ним. **Г.** Окончательное положение светлой цитоплазмы и желтой цитоплазмы. Оно соответствует областям, в которых будут расположены клетки, дающие начало соответственно мезенхиме и мышцам.

Молекулярно-генетические механизмы морфогенеза

AXUD1	face morphogenesis
hCG_1643547	embryonic body morphogenesis
TWIST2	face morphogenesis
MMP2	face morphogenesis
GATAD2A	embryonic body morphogenesis
LEF1	face morphogenesis
AS27_04484	face morphogenesis
GREM2	embryonic body morphogenesis
TBX1	face morphogenesis
NOG	face morphogenesis
NIPBL	face morphogenesis
RAB3GAP1	face morphogenesis
ATP6AP2	head morphogenesis
DLX5	face morphogenesis
NCKAP1	embryonic body morphogenesis
MAB21L2	embryonic body morphogenesis
TGFB2	face morphogenesis
CDON	embryonic body morphogenesis
IFT122	embryonic body morphogenesis
ANKRD11	head morphogenesis
ANKRD11	face morphogenesis
CSRNP1	face morphogenesis
ZNF281	embryonic body morphogenesis
KAT6A	face morphogenesis
PDGFRA	face morphogenesis



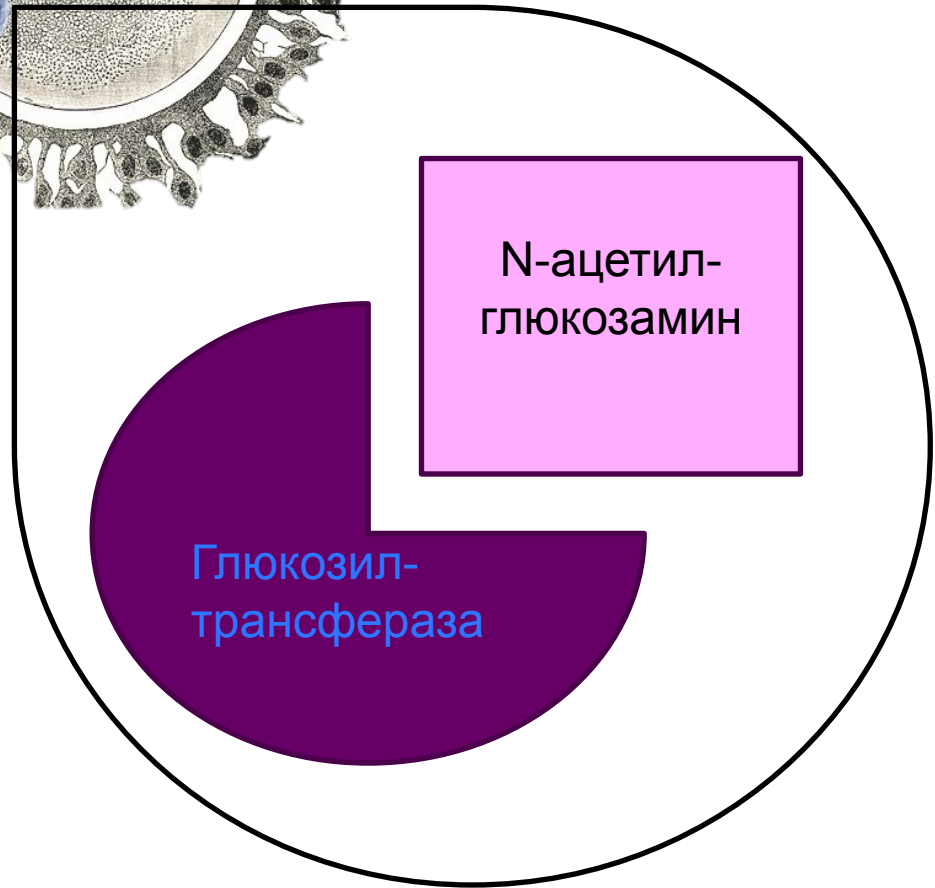
Гиногамоны

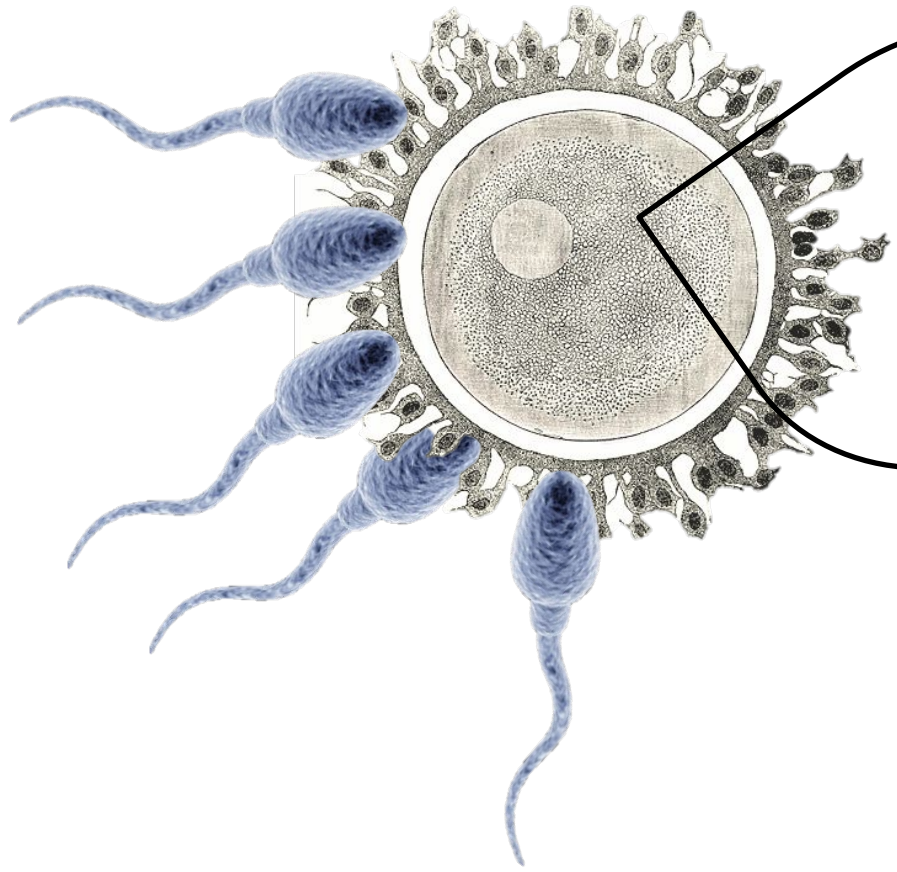


Андрогомоны

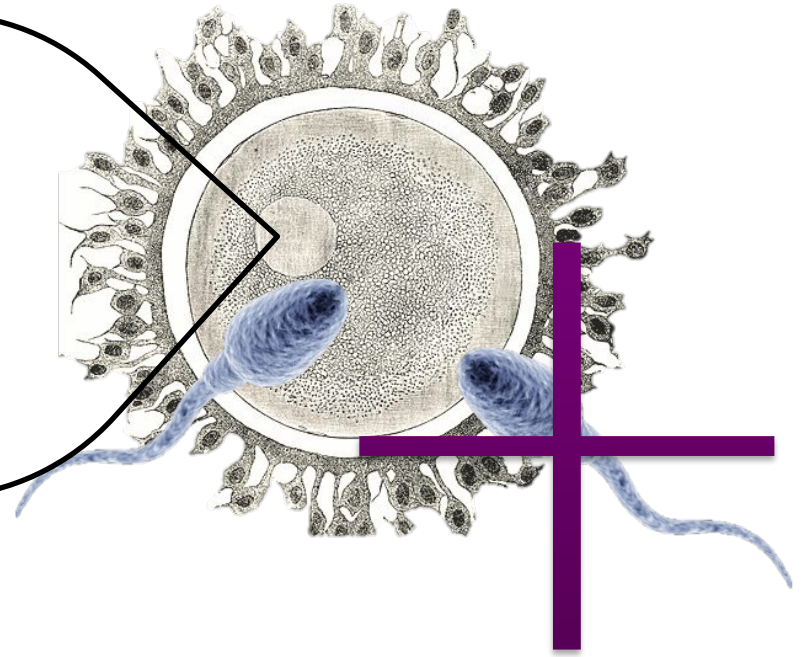


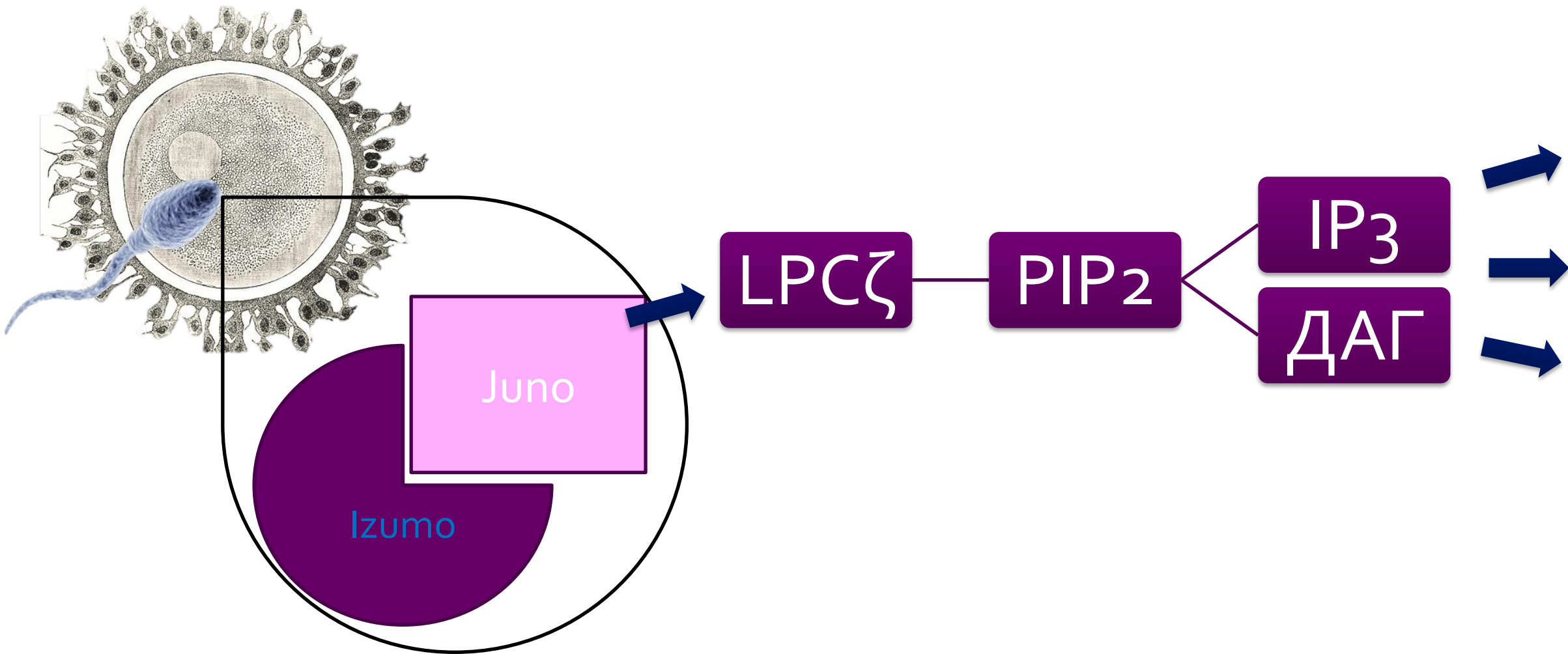
сперакт и резакт
(Морские ежи)

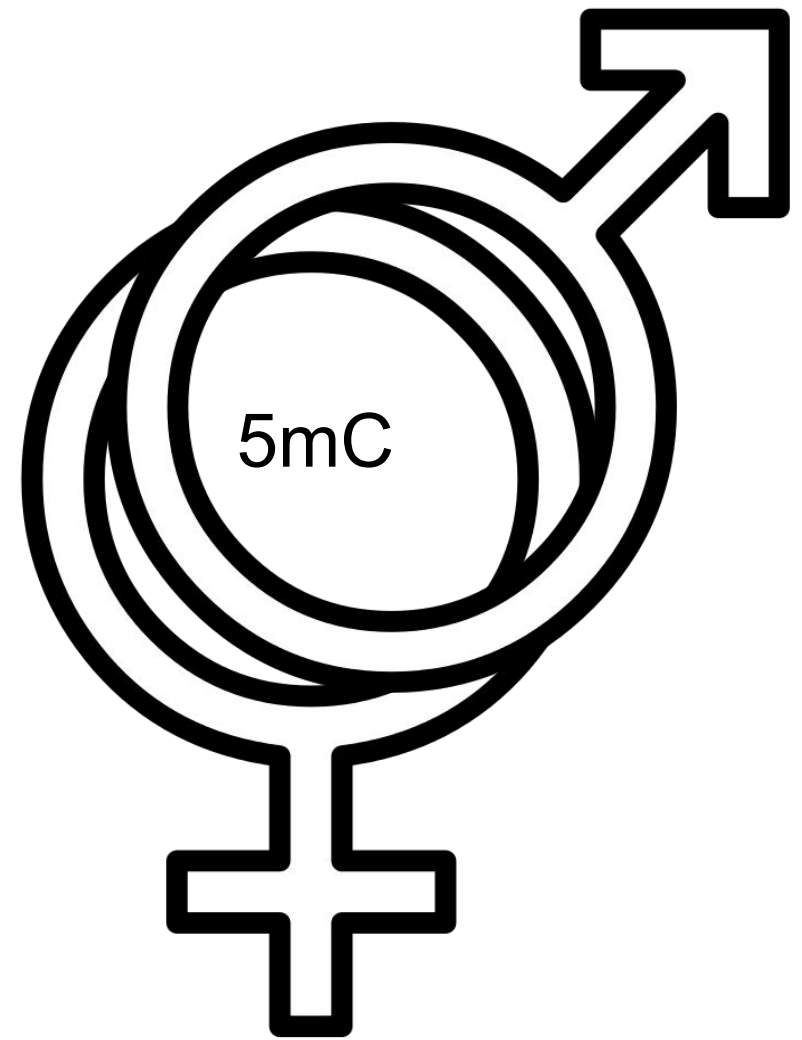
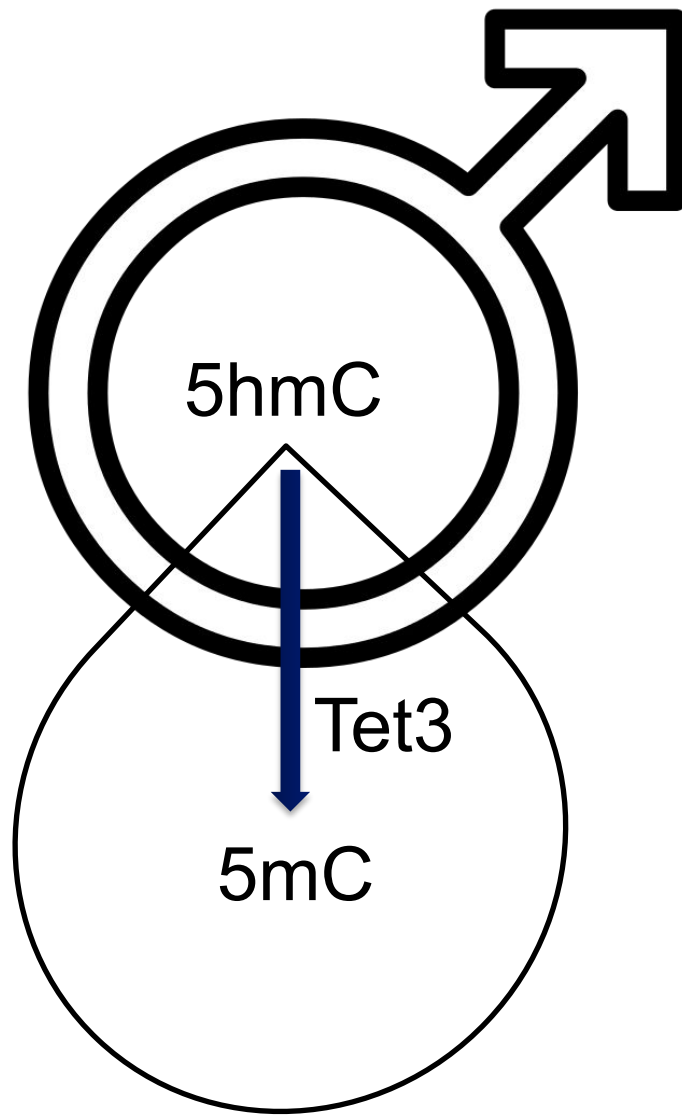
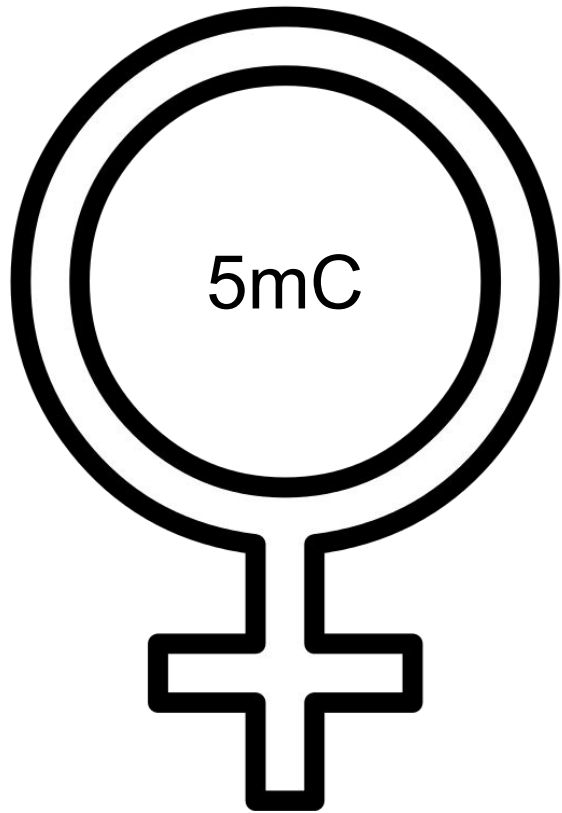


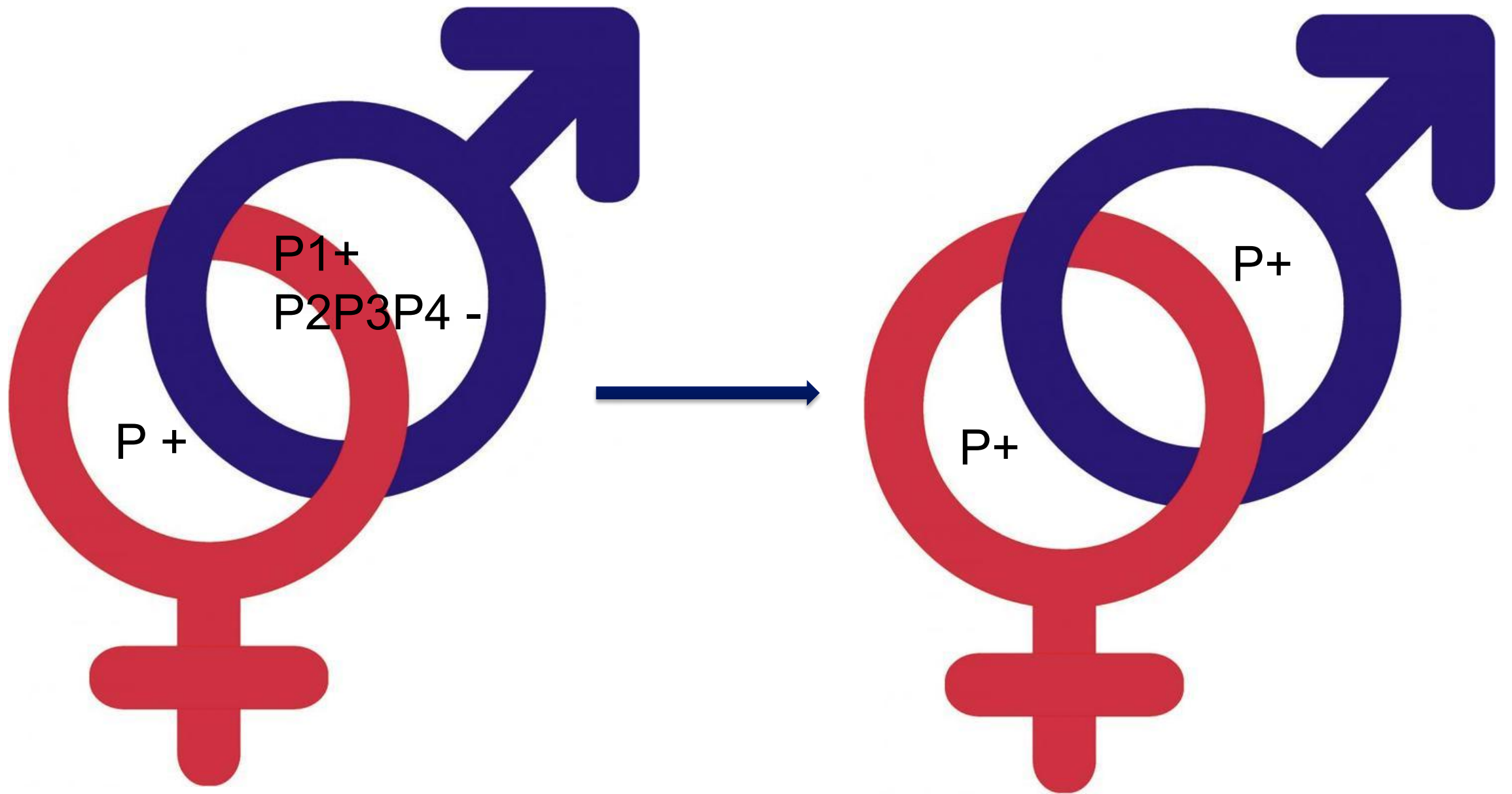


- ZP2
- 166LA ↓
- DE169









C-mos



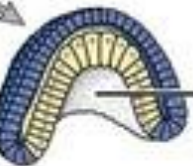
бластоцель



Бластула



бластоцель

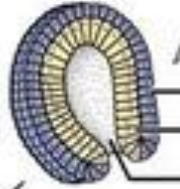


полость
первичной кишки

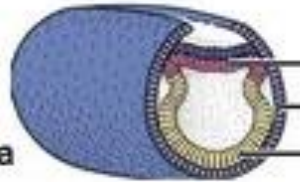
HNF-4

процесс
гастрюляции

Ранняя гастрюла



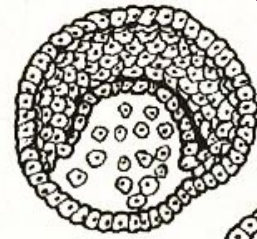
эктодерма
энтодерма
бластопор



Поздняя гастрюла

мезодерма
эктодерма
энтодерма

Notch I



Хорда

Нервная
пластинка

Мезодерма

Энтодерма

Эктодерма

Спасибо за внимание