

«Бог не играет в кости»

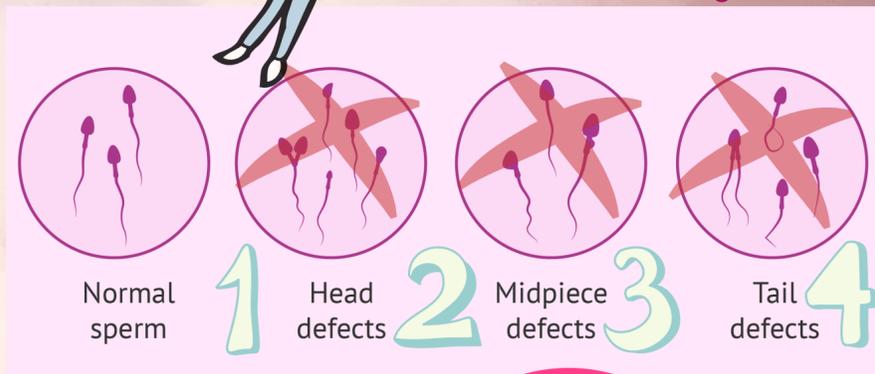
~ Альберт Эйнштейн

Но почему из миллионов сперматозоидов «побеждает» только один?



Добро пожаловать в настольную игру об удивительном путешествии сперматозоида к яйцеклетке! на входе ~ 40 млн сперматозоидов

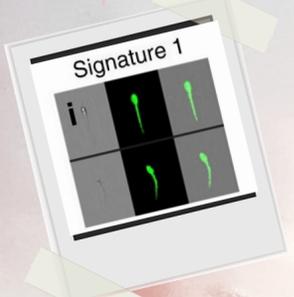
«Игроки 2, 3, 4 навсегда покидают поле»



START HERE

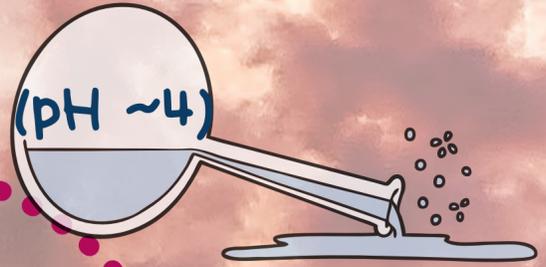
1

Эякулят



2

Влагалище



«Вход» в шейку матки - слизистой барьер

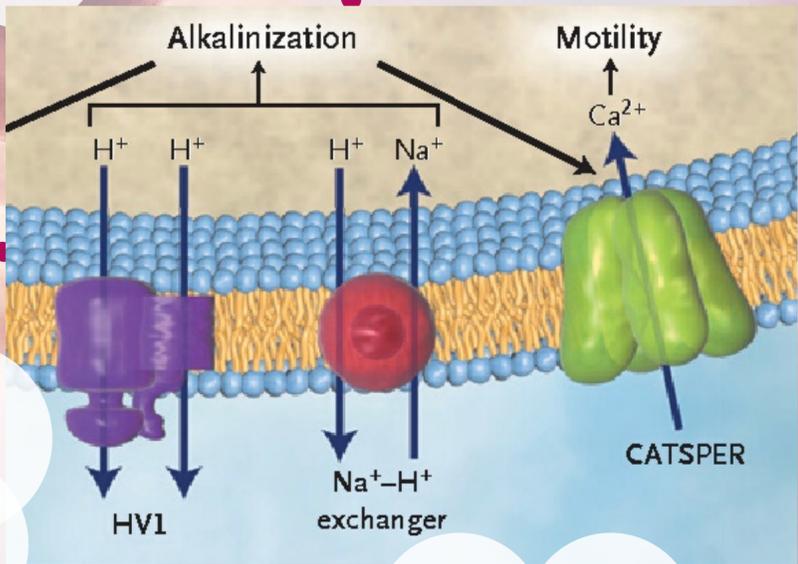
3

сперматозоид гиперактивируется!



Резко кислая среда влагалища

Сперматозоид



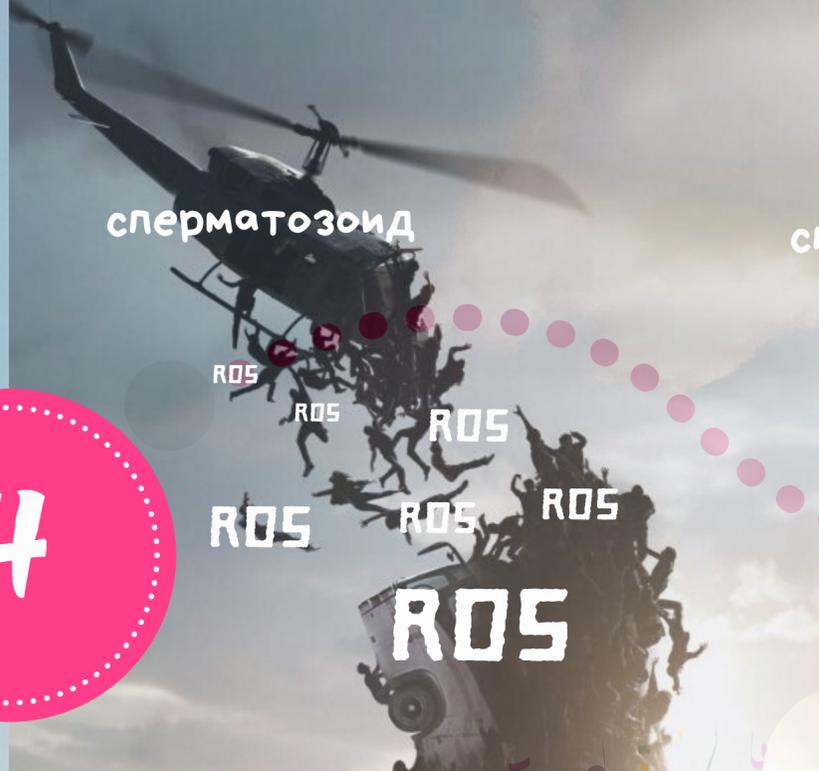
буферность семенной жидкости приводит в норму pH для сперматозоида а также

1. Hv1 под открывается, выпуская протоны из сперматозоида
2. Полученная щелочная среда стимулирует CatSper
3. CatSper открываются, впуская внутрь кальций

Hv1 - потенциалзависимый ионный канал
CatSper - pH-зависимый Ca²⁺ канал сперматозоида

Шейка матки с нейтрофилами и макрофагами

4



сперматозоид

Нейтрофил в матке

1. ROS запускают цАМФ
 2. цАМФ ингибирует тирозинфосфатазу
 3. Фосфорилирование остатков тирозина и вывод холестерина из мембран сперматозоидов, увеличение подвижности
- Все это происходит в рамках процесса **капацитации** - биохимической перестройки сперматозоидов под влиянием микросреды в матке

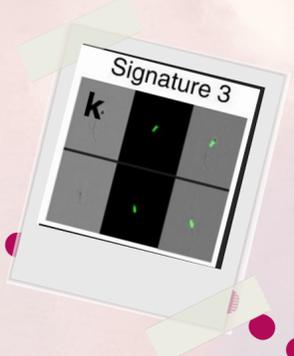


5

Бонус!
Сокращения матки при оргазме - игрок плывет в разы быстрее

6

Матка. «Выбор» фаллопиевой трубы



Сперматозоиды делятся на два потока по двум фаллопиевым трубам, лишь в одной из оторых можно найти яйцеклетку



Направо пойдешь - себя потеряешь
Налево пойдешь - алименты платить

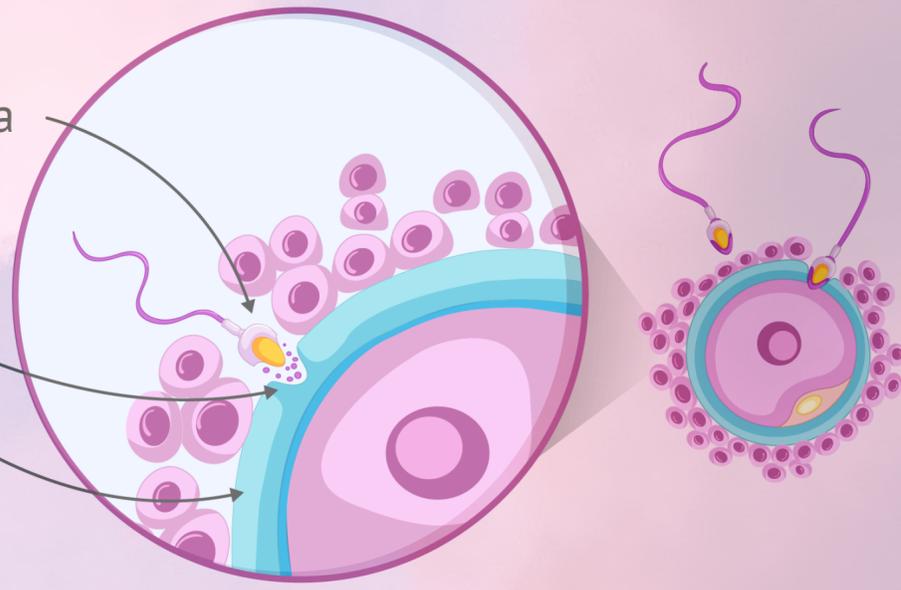
GAME OVER

Оболочки яйцеклетки:
 Zona pellucida - надмембранный гликопротеиновый слой
 Corona radiata - толстый слой фолликулярных клеток, сформированный еще в яичнике

Penetration of the zona pellucida

Acrosome reaction

Zona pellucida



~несколько тысяч уцелевших капацитированных счастливицков подплывают к яйцеклетке

Акросома - органоид сперматозоида, содержащий ферменты, растворяющие оболочку яйцеклетки.

Содержимое акросомы выпрыскивается в процессе акросомной реакции, так сперматозоид пробивает себе путь к яйцеклетке.

Множество сперматозоидов должно закружить яйцеклетку в вихре жизненного вальса и акросомных реакций, каждый с своей стороны выпуская ферменты. А всё для того, чтобы в какой-то момент лишь одному из них повезло

Чек-лист перед оплодотворением

- ✓ Связь белками сперматозоида с рецепторами ZP3 оболочки Zona pellucida
- ✓ Акросомная реакция и выброс ионов кальция
- ✓ Выстрел кортикальных гранул яйцеклетки, содержащих растворяющие ZP3 белки, а также плотные мукополисахариды
- ✓ Выведение из строя рецепторов ZP3 и образование непробиваемой оболочки
- ✓ Zink spark!

Полиспермия предотвращена!

«Простота - это высшая форма сложности»

Леонардо да Винчи

Да. Так и в нашей игре: настолько простая идея оплодотворения превращается в столь сложную, запутанную историю поиска и споротивления. Но удивительная вещь: атака ROS, неблагоприятный для сперматозоида pH и другие, одним словом, трудности вместе и приводят к капацитации, а в награждение за муки - оплодотворяющая способность. Что нас не убивает - делает сильнее!

Поздравляю с выигрышем!

Ведь если Вы это читаете, значит, Вы, именно Вы когда-то одержали эту победу.

Литература:

1. "WHO Laboratory manual for the Examination and processing of human semen" - fifth edition
2. https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/28-1-fertilization/#fig-ch29_01_01
3. Croxatto HB. Physiology of gamete and embryo transport through the Fallopian tube. *Reprod Biomed Online*. 2002;4(2):160–169. doi:10.1016/S1472-6483(10)61935-9
4. Lishko, Polina V. Acid Extrusion from Human Spermatozoa Is Mediated by Flagellar Voltage-Gated Proton Channel et al. *Cell*, Volume 140, Issue 3, 327 - 337
5. Christopher L.R. Barratt, R. John Aitken Sperm DNA: organization, protection and vulnerability: from basic science to clinical applications—a position report, *Human Reproduction*, Volume 25, Issue 4, April 2010, Pages 824–838, <https://doi.org/10.1093/humrep/dep465>
6. Thomas E. DeCoursey. Voltage and pH sensing by the voltage-gated proton channel, HV1. *Published: 11 April 2018* <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0108>
7. Suarez SS. *Hum Reprod Update*. 2006 Jan-Feb;12(1):23-37. Epub 2005 Nov 4. *Hum Reprod Update*. 2006 Jan-Feb;12(1):23-37. Epub 2005 Nov 4.
8. Polina V Lishko and Yuri Kirichok. The role of Hv1 and CatSper channels in sperm activation. *December 2010 The Journal of Physiology* 588(Pt 23):4667-72
DOI: 10.1113/jphysiol.2010.194142
9. S.-K. Jin and W.-X. Oncotarget. 2017 Jan 10; 8(2): 3600–3627.
Published online 2016 Sep 27. doi: 10.18632/oncotarget.12274
10. Katerina Georgadaki, Nikolas Khoury, [...], and Vasilis Zoumpourlis. *Int J Mol Med*. 2016 Oct; 38(4): 979–986.
Published online 2016 Aug 31. doi: 10.3892/ijmm.2016.2723
11. Hillary Wagner, Julie Cheng and Edmund Y. Ko *J. Urol*. 2018 Mar; 16(1): 35–43.
Published online 2017 Dec 8. doi: 10.1016/j.aju.2017.11.001
12. Shiho Sumigama, Steven Mansell, Melissa Miller, Polina V. Lishko, Gary N. Cherr, Stuart A. Meyers, Theodore Tollner, Progesterone Accelerates the Completion of Sperm Capacitation and Activates CatSper Channel in Spermatozoa from the Rhesus Macaque, *Biology of Reproduction*, Volume 93, Issue 6, 1 December 2015, 130, 1–11, <https://doi.org/10.1095/biolreprod.115.129783>
13. Maria E. Teves, Hector A. Guidobaldi, Diego R. Uñates, Raul Sanchez, Werner Miska, Stephen J. Publicover, Aduén A. Morales Garcia, and Laura C. Giojalas *PLoS One*. 2009; 4(12): e8211. Published online 2009 Dec 8. doi: 10.1371/journal.pone.0008211
14. Jodar, M., Selvaraju, S., Sendler, E., Diamond, M. P., Krawetz, S. A., & Reproductive Medicine Network (2013). The presence, role and clinical use of spermatozoal RNAs. *Human reproduction update*, 19(6), 604–624. doi:10.1093/humupd/dmt031
15. Karl Kerns, Michal Zigo, Erma Z. Drobnis, Miriam Sutovsky & Peter Sutovsky Zinc ion flux during mammalian sperm capacitation at *Nature Communications* volume 9, Article number: 2061 (2018) DOI: 10.1038/s41467-018-04523-y

Источники изображений:

<https://www.invitro.com/en/types-of-abnormal-sperm/>

<https://www.semanticscholar.org/paper/Sperm-and-the-proton-channel.-Ren/ba5f6b132eb74738b22fc77502af6e72adb859cd/figure/0>

<https://www.semanticscholar.org/paper/Sperm-and-the-proton-channel.-Ren/ba5f6b132eb74738b22fc77502af6e72adb859cd/figure/0>

<https://www.invitro.com/en/human-fertilization/penetration-of-the-zona-pellucida/>

https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Витязь_на_распутье#/media/Файл%3A19-v_2h_Vasnetsov.jpg