

**tavo
gyvenimas**

**iki
gimimo**

**nepaprasta
kelionė nuo
ląstelės iki
žmogaus**

**katharina
vestre**





**tavo
gyvenimas
iki
gimimo**

nepaprasta
kelionė nuo
ląstelės iki
žmogaus

**katharina
vestre**

Vertė
JURGITA JĖRINAITĖ

TURINYS

Ižanga	/ 7
Lenktynės	/ 13
Slaptoji visata	/ 19
Žmogaus receptas	/ 25
Įsibrovimas	/ 31
Natūralūs klonai ir nežinomi dvyniai	/ 39
Kūno kontūrai	/ 45
Ląstelių kalba pradedantiesiems	/ 55
Vaisinės muselės sukūrimo menas	/ 63
Relikvijos iš vandenyno	/ 73
Dvi rankos ir kūnas	/ 81
Lytis ir jūrų kirmėlės	/ 91
Slaptieji pasirengimai	/ 97
Vidinės smegenų klajonės	/ 103
Juslės	/ 113
Plaukuota praeitis	/ 127
Iš vandens į orą	/ 131
Pabaiga, arba Pradžia	/ 143
Padėka	/ 153
Nuorodos	/ 155
Užrašams	/ 170

ĮŽANGA

Būdama šešerių rinkau viešbučių muiliukus, žaidžiau su barbėmis ir avėjau žybsinčius sportinius batelius. Kino filmų skonis buvo ypač neoriginalus, jį apibendrintai būtų galima pavadinti „bet kas su princesėmis“. O mėgstamiausia knyga? „Nėštumas ir gimdymas: praktinis vadovas būsimiems tėvams“. Su seserimi nusikeldavome ją nuo lentynos, praversdavome dietos patarimus ir sustodavome 70 puslapyje: „Vaisiaus augimas“. Neapsakomai susižavėjusios žiūrėdavome to mažo padarėlio, kuris vis augo ir augo, iliustracijas ir galvodavome apie savo mažąjį broliuką, susiraičiusį mamos pilvelyje. Matėme, kaip jis iš keisto, primityvaus gyvūno su uodega virsta į putlų kūdikį, kurio rankoms ir kojoms vos užtenka vietos. Kaip tai įmanoma?

Prabėgus septyniolikai metų, vėl grįžau prie šio klausimo. Oslo universitete studijuodama biochemiją, vieną vakarą užsibuvau bibliotekoje, nes įsigilinau į ląstelės biologiją. Skyriaus pabaigoje radau virtinę nuotraukų, iliustruojančių, kaip formuojasi ranka; iš pradžių ji primena anties koją, vėliau palaipsniui išsivysto pirštai. Paaiškinime perskaičiau, kad ši transformacija įvyksta dėl masinės ląstelių savižudybės, kitaip sakant, prieš daug metų visos tarpupirščių ląstelės pagal komandą išmirė ir aš likau su tokiomis plaštakomis, kokiomis dabar rašau.

Ši detalė 70 puslapyje, skyriuje „Vaisiaus augimas“, paminėta nebuvo. Šešiametės matytose nuotraukose buvo tik menka istorijos dalis, nes nepaaiškinta, kaip apskritai atsirado tas mažas gemalėlis. Kas vyksta ląstelėse ir DNR molekulėse? Kaip ranka sužino, kad ji bus ranka, o ne koja ar ausis?

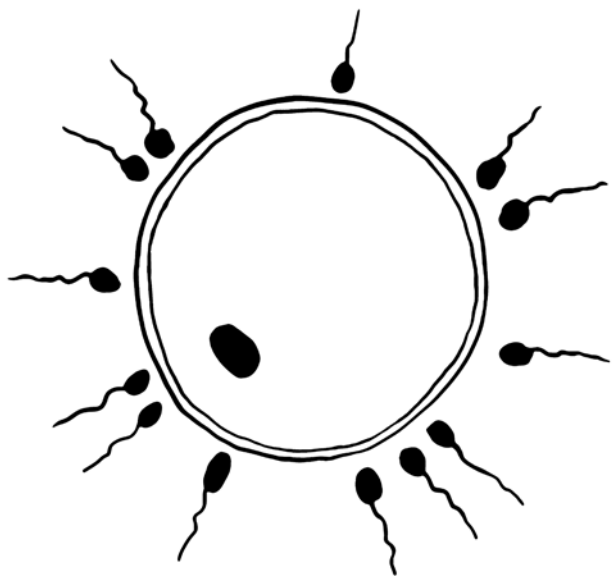
Ieškodama atsakymų ėmiau kapstyti vadovėliuose ir tiriamuosiuose straipsniuose, neilgai trukus visai pasinėriau į šią temą. Prieš 2015 m. vasaros atostogas iš Oslo universiteto ligoninės bibliotekos pasiskolinau tris didžiules knygas apie embiologiją ir išsivežiau su savimi į Italiją. Vėliau mano interneto paieškų istorija prisipildė kiaušidžių ląstelių ir embrionų. *Google* padarė savo išvadas ir ėmė rodyti vaikiškų kremukų reklamas; kaip jos algoritmai interpretavo

vaisinių muselių, jūrų kirmėlių lyties vystymosi ir žuvų inkstų paieškas, dar sunkiau suprasti. Bet viso to rezultatas yra ši knyga. Tai pasakojimas apie tolimus protėvius, nežinomus dvynius, pavojingas placentas ir keistas vaisines museles. Ir iš karto galiu pasakyti – per daug iš anksto neįsduodama, – kad viskas yra apie *jus*. Leiskite man papasakoti apie jūsų gyvenimo pradžią.

Prieš pradėdant:
keli žodžiai apie laiko matus
ir naudojamus dydžius.

Rašydama šią knygą supratau, kad viskas tampa painu, kai bandoma nusakyti vaisiaus amžių. Iš tiesų yra keli neretai tarpusavyje painiojami amžiaus skaičiavimo būdai. Gydytojai ir akušeriai paprastai skaičiuoja *nėštumo savaites*, kurių atskaitos taškas yra pirmoji nėščiosios paskutinių menstruacijų ciklo diena. Tai painu, nes paprastai apvaisinimas įvyksta maždaug dviem savaitėmis vėliau, tad tik trečiąją nėštumo savaitę moteris iš tiesų pastoja. Kitaip sakant, vaisiaus amžius būna dviem savaitėmis mažesnis negu yra nėštumo savaitė. Taigi 12-os nėštumo savaitės pabaigoje gemalas yra 10 savaičių amžiaus, 14-os nėštumo savaitės pabaigoje – 12 savaičių amžiaus, ir taip toliau.

Aš pasirinkau skaičiuoti savaites nuo apvaisinimo, kad visi minimi terminai atitiktų tikrąjį vaisiaus amžių. Skaičiuoju mėnesį kaip keturias savaites. Taigi pirmas mėnuo apima 1–4 savaitę imtinai, antras – 5–8, ir taip toliau. Jeigu jums ims rūpėti, apie kurią *nėštumo savaitę* kalbu, tiesiog pridėkite dvi savaites. Vaisiaus ilgis, apie kurį kalbu, matuojamas nuo viršugalvio iki pasturgalio (VPI, viršugalvio pasturgalio ilgis). Šitaip matuoti įprasta, nes vaisius dažnai būna susirietęs kojytėmis aukštin, todėl tikrąjį ilgį išmatuoti sunku. Taip pat būtina paminėti, kad nurodomas augimo etapų ir dydžių vidurkis, nes kiekvienas vaisius vystosi skirtingu tempu. Na, dabar jau galime pradėti.



LENKTYNĖS

Pirmosiomis valandomis prasideda neįtikėtinos lenktynės. Spermos ląstelė (spermatozoidas – *vert. past.*) kartu su keliais šimtais milijonų varžovių pasileidžia į energingą kelionę. Ji primena buožgalvį, energingai besiiriantį prieš srovę nežinomoje aplinkoje. Spermatozoidas turi įveikti atstumą, daugiau kaip tūkstantį kartų ilgesnį už save patį. Taisyklė paprasta: pasiek tikslą pirmas arba žūk.

Spermatozoidai atsiduria trikdančioje ir nesvetingoje aplinkoje, tarsi peraugusiame miške, pilname klaidžių tankumynų bei akligatvių, ir pakeliui rizikuoja būti praryti imuninių ląstelių arba sunaikinti rūgšties. Jie taip pat gali įstrigti giliame plyšyje gimdos kaklelio sienoje. Tad neilgai trukus dauguma varžovų eliminuojami; o likusieji moters

raumenų susitraukimų padedami stumiasi į priekį ir netrukus patenka į gimdą. Bet pergalė dar toli. Jeigu spermatozoidas nori laimėti, jis turi apsispręsti, kur pasukti toliau: kairėn ar dešinėn? Gimda prijungta prie dviejų siaurų tunelių, Falopijaus vamzdžių, kiaušintakių, o finišo linija yra vieno iš jų pabaigoje. Kiaušintakio sienelės apžėlusios skystį į gimdą išskiriančiais plaukeliais (blakstienėlėmis – *vert. past.*), bet spermatozoidas nesutinka pasiduoti. Jis priešinasi tėkmei ir keliauja į viršų. Kažkur tenai, pasislėpęs tarp gleivėtų membranos tarpeklių ir viršukalnių, apvalus kiaušinėlis laukia susitikimo su lenktynių nugalėtoju.

Kiaušinėlis ilgai laukė šios akimirkos. Kai jūsų motina pati buvo mažas embrionas, ji pasiruošė kiaušinėlių pirmtakus. Vėliau po truputį pavertė juos į subrendusius kiaušinėlius. Kiaušinėlis, dabar keliaujantis jūsų motinos kiaušintakiu, yra vienas iš laimingų atrinktųjų. Kas mėnesį kiaušidėse ima bręsti keli kiaušinėliai, bet tik vienam pavyksta ištrūkti ir keliauti kiaušintakiu. Kitų laukia garantuota mirtis.

Kad kiaušinėlis subręstų, pirmtakai dalijasi tam tikru būdu – taip, kad jūsų senelio ir močiutės chromosomų poros atsiskirtų. Pirma chromosoma (iš močiutės) keliauja į vieną ląstelę, pirma chromosoma (iš senelio) – į kitą, ir taip toliau. Taigi susiformavusiame kiaušinėlyje yra pusė

chromosomų, pasiruošusių susirasti sau naują partnerį, rinkinio. Taip pat bręsdamas kiaušinėlis prisikaupia maistingųjų medžiagų, tad atrodo milžinas palyginti su kitomis kūno ląstelėmis. Jis yra maždaug dešimtosios milimetro dalies skersmens, tad jį galima įžiūrėti netgi plika akimi.

O spermos ląstelė, spermatozoidas, yra viena iš mažiausių organizmo ląstelių, visiškai priešingai nei didingas kiaušinėlis. Apvalia galva ir pašėlusiai besiiriantis uodegėlė spermatozoidas neturi kur dėti jokių maistingųjų medžiagų, nes jo galva prikimšta jūsų tėvo DNR. Tarp daugybės milijonų spermos ląstelių tik viena iš jų neša pusę jūsų savitų genų. Jeigu kuris nors kolega spermatozoidas pakrutintų uodegą greičiau, niekada neegzistotumėte tokie, kokie egzistuojate dabar; tikimybė, kad du spermatozoidai bus identiški, praktiškai lygi nuliui. Kol formuojasi spermatozoidas ar kiaušinėlis, jūsų senelių chromosomos įsitaisiusios viena šalia kitos; ir prieš chromosomų poroms amžiams išsiskiriant, joms pavyksta apsikeisti mažais DNR gabalėliais. Todėl galiausiai spermatozoidą pasiekianti iš jūsų močiutės gauta chromosoma gali nešti kelis senelio genus. Galimų kombinacijų skaičius yra begalinis – tad turime būti tikri, kad sveikiname teisingą spermatozoidą.

Aš tik galiu patikinti, kad tas energingas mažas buožgalviukas žino, ką daro. Nors jis aklas ir kurčias, tai

nesulaiko jo skverbimosi per aplinką, nė kiek neprimenančią jam pažįstamos. Bet spermatozoidas geba jausti nežymius temperatūros svyravimus; o kadangi jo tikslas yra maždaug dviem laipsniais šiltesnis, jis jaučia, kad prie jo artėja. Negana to, spermatozoidas turi primityvią uoslę. Kaip ir ant jūsų nosies ląstelių, taip ir spermatozoido paviršiuje yra uoslės receptoriais vadinamų molekulių. Kiekvienas receptorius meistriškai atpažįsta konkrečią molekulę. Kai įkvepiate oro, kvapo molekulės prisijungia prie skirtingų uoslės receptorių ir sukuria į smegenis siunčiamą elektros signalą. Spermatozoidų uoslės receptoriai gaudo iš kiaušinėlio srūvančias molekules, patvirtinančias, kad jie teisingame kelyje.

Finišą pasiekia saujelė konkurentų, kuriuos dar greičiau plaukti skatina patrauklios kiaušinėlio cheminės medžiagos. Netrukus kiaušinėlį apsupa maži buožgalviukai, energingai besiiriantys uodegėlėmis ir brukantys galvas į kiaušinėlį gaubiančią drebučius primenančią membraną. Iš galvų spermatozoidai švirkščia cheminį ginklą, enzimus, kurie pažeidžia membraną ir leidžia skverbtis gilyn.

Tačiau tik vienas spermatozoidas būna greičiausias. Nugalėtojas nusimeta uodegą, susilieja su kiaušinėliu ir išleidžia savo vertingąjį krovinį: 23 jūsų tėvo chromosomas. Tuo pačiu metu kiaušinėlis išskiria medžiagą, kuri kieta,

nepramušama kapsule apgaubia jį, kad daugiau vidun nepatektų nė vienas spermatozoidas. Negalima gaišti, nes jeigu paklius daugiau spermatozoidų, pasekmės gali būti katastrofiškos. Jeigu du spermatozoidai tuo pačiu metu įsigaus į kiaušinėį, ląstelėje atsiras ne 46, o 69 chromosomos. Nors kiaušinėlis kaip įmanydamas saugosi, ne visada pavyksta to išvengti. Grupė mokslininkų, tyrinédama dirbtinai apvaisintus kiaušinėlius, aptiko 10 proc. ne vieno spermatozoido apvaisintų kiaušinėlių. Tokie kiaušinėliai neturi, kaip vėliau pamatysime, jokių galimybių normaliai vystytis ir būna pasmerkti mirčiai. Bet jūs galite atsipalaiduoti – šį kartą nugalėtojas buvo vienas. Jūsų tėvo ir motinos chromosomos susijungė ir susiformavo pati pirmoji – jūsų – ląstelė. Lenktynės baigėsi. Jūsų istorija prasideda.

SLAPTOJI VISATA

Kas vyksta mamos pilve? Prieš išrandant mikroskopus daug kas, kas vyko pačioje nėštumo pradžioje, buvo gerai nuo mūsų paslėpta. Plika akimi beveik neįmanoma įžiūrėti palaipsniui atsirandančių smulkių detalių. Netgi drambliai, iškilę per keturis metrus nuo žemės, pradžių pradžioje būna mikroskopinio dydžio. Nepadeda ir tai, kad mus slepia oda, raumenys ir kraujagyslės. Daugiau kaip prieš 2 300 metų Aristotelis svarstė, kaip atsiranda nauji padarai. Ieškodamas atsakymo jis skirtingu metu praskėlė apvaisintus vištos kiaušinius. Trijų dienų kiaušinyje pastebėjo geltoname trynyje pulsuojančią mažą raudoną širdelę. Kai praskėlė kiaušinį po savaitės, rado padarėlį didžiulėmis akimis. Kuo vėliau praskeldavo kiaušinį, tuo labiau

padarėlis primindavo viščiuką. Aišku, kad ir su žmonėmis vyksta taip pat, galvojo jis. Aristotelis padarė prielaidą, kad vyro sperma kažkoku būdu nurodo moters kraujui sukurti jos pilve žmogų.

Aristotelis taip pat tikėjo, kad gyvi padarai gali susiformuoti labai skirtingai. Vabzdžius, esą, galima sukurti iš rasos ant lapų, kandys gimsta iš vilnos, o austres suformuoja glitus dumblas. Net ir po dviejų tūkstančių metų tokios mintys neprarado populiarumo. XVII amžiuje chemikas Žanas Baptistas van Helmontas (Jean Baptiste van Helmont) sugalvojo itin originalių ir smagių receptų, kaip sukurti įvairias Žemės gyvybės formas. Pavyzdžiui, užsimanai namie užsiauginti pelyčių. Receptas paprastas: įdėk į dėžę su kviečių grūdais nešvarius, prakaituotus marškinius. Palauk 21 dieną – ir *voilà!* Kviečiai virs gyvų uostinėjančių ir šniukštinėjančių pelių šeimyna.

Žinoma, nėra priežasties netikėti, kad van Helmonto receptai neveikė. Ir nebuvo jis vienintelis, pateikęs sukrečiančių pavyzdžių, kaip, esant tinkamoms sąlygoms, gyvūnai atsiranda savaime. Drėgnas purvas paupyje magiškai transformuojasi į varles, šiukšlės – į žiurkes, o baltos lervos iš niekur atsiranda pūvančioje mėsoje. Be to, galiu suprasti, kaip sunku įsivaizduoti besiporuojančias ir kiaušinėlius dedančias austres. Nepaisant to, buvo daug tokių, kuriems

atrodė, kad ši mintis ne visai patikima. Be to, kaip iš skysto chaoso gali materializuotis visas padaras?

XVII a. pabaigoje iškilo nauja teorija: kiekvienas padaras, ar tai būtų varlė, ar žmogus, kyla iš miniatiūrinės savo pačios versijos. Dievas sukūrė ne tik pirmuosius tobulus žmones, bet ir visas būsimas kartas. Šie miniatiūriniai žmogeliukai slypi vienas kitame kaip viena į kitą sulendanti rusiškos lėlytės matrioškos. Vėliau tik sudygsta ir auga savo motinos gimdoje, kol ateina metas gimti. Pasirodžius pirmiesiems mikroskopams, biologai dar labiau patikėjo, kad tie mikroskopiniai padarėliai kažkur egzistuoja. Tik įsivaizduokite, kiek atsirado plika akimi nematomų detalių! Atrodė, atradimams nebus galo, jeigu tik mikroskopai tobulės.

Vienas iš talentingiausių to meto mikroskopų gamintojų buvo olandų pirklys Antonijus Levenhukas (Antonie van Leeuwenhoek). Sunku buvo įtarti, kad Levenhukas taps mokslininku, nes neturėjo nei turto, nei jokio universitetinio išsilavinimo. Pagrindinis jo planas buvo ištirti tekstilės, kuria prekiaavo, kokybę, bet vieną dieną Levenhuką pagavo smalsumas ir jis po lėšiu pakišo vandens lašą. Tai, ką jame išvydo, pakeitė gyvenimą amžiams. Kiekviename perregimame lašelyje knibždėte knibždėjo paslaptinių visokiųjų pavidalų padarų. Levenhukas pavadino juos *animacules* (gyvūnėliais) ir netrukus ėmė tyrinėti viską, kas pakliuvo

po ranka: vandenį, kurį gėrė, balas, netgi dantų apnašas. Ką tik patikrindavo, visur aptikdavo mažulyčių gyvūnėlių. Pamiirškite egzotiškas salas, pamiirškite kosmosą, Levenhukas galėjo dirstelėti į slaptąją – visai netyrinėtą – visatą, ir ji buvo panosėje.

Šnekos apie išpūdingus Levenhuko mikroskopus sparčiai plito, ir vieną dieną jį aplankė medicinos studentas su iš ligonio paimtu spermos pavyzdžiu. Kaip itin religingas žmogus jis baiminosi, kad tai nepadoru, bet, kita vertus – tai grynai medicininis atvejis...

Levenhukas galiausiai nusprendė pasižiūrėti. Nors pavyzdys, kurį tyrė, buvo ne didesnis už smiltelę, po lęšiu jis galėjo žiūrėti daugiau kaip tūkstantį mažų padarėlių apvaliomis galvomis ir ilgomis perregimomis uodegėlėmis – tarsi mažų buožgalviukų. Ar čia dėl ligos? Gal mėginys per ilgai pastovėjęs?

Kaip kiekvienas atsakingas mokslininkas Levenhukas suprato, kad turi palyginti mėginį su sveiko žmogaus spermos mėginiu. 1677 m. jis pranešė apie savo atradimus laiške Londono karališkosios draugijos – vienos rimčiausių pasaulio mokslo institucijų – prezidentui, kruopščiai aprašė mėginyje užfiksuotus mažus gyvūnėlius ir paminėjo, kad jie tirti „iškart po ejakuliacijos, nepraėjus šešiams pulso tvinksniams“. Toliau, žinoma, jautė pareigą paminėti, kad

mėginys jokiu būdu nėra gautas nuodėmingu būdu, bet „tapo jam prieinamas natūraliai, per santuokinę veiklą“. (Jo žmonai buvo nelengva.) Laiško pabaigoje Levenhukas primygtinai prašė prezidento neskelbti laiško, jeigu jaus, kad jo stebėjimai gali sukelti mokslininkų pasibjaurėjimą. Skandalo jam reikią mažiausiai.

Levenhukas buvo įsitikinęs, kad sėkla vaidina lemiamą vaidmenį gyvybės pradžioje. Skystis nėra skaidrus ir tuščias – jame knibžda tuntai mikroskopinių gyvybių! Gal čia yra vieta, kur egzistuoja miniatiūriniai žmogeliukai? Treikia dar geresnio mikroskopo jiems įžiūrėti. Daug metų Levenhukas atkakliai tobulino savo lęšius, bet daugiau nieko nerado. Jis netgi mėgino mažulyčiu šepetėliu atsargiai pašalinti membraną nuo spermatozoido galvutės, bet taip ir nesugebėjo įžiūrėti, kas slepiasi po ja. Galop jam teko pripažinti, kad pasiduoda. Tačiau Levenhukas buvo įsitikinęs, kad spermoje slypi didelė paslaptis, bet ji tokia maža, jog niekada jos neįžiūrėsime. Jeigu tik jis būtų žinojęs, kas iš tiesų ten yra.



**ĮSIGYKITE
KNYGĄ DABAR**

obuolys.lt