

**СИДХАРТ МУКХЪРДЖИ**

---

**ПЕСЕНТА НА КЛЕТКАТА**

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МЕДИЦИНАТА  
И НОВИЯ ЧОВЕК

София, 2023

Преводът е направен по изданието:

**SIDDHARTHA MUKHERJEE**

**THE SONG OF THE CELL**

**AN EXPLORATION OF MEDICINE AND THE NEW HUMAN**

Scribner, an imprint of Simon & Schuster, Inc.

Copyright © 2022 by Siddhartha Mukherjee, M.D.

Всички имена, идентифициращи характеристики и други детайли, споменати в книгата, са променени.

© Издателство „Изток-Запад“, 2023

Всички права запазени. Нито една част от тази книга не може да бъде размножавана или предавана по какъвто и да било начин без изричното съгласие на „Изток-Запад“.

© Росен Люцканов, превод, 2023

ISBN 978-619-01-1342-3

Сидхарт Мукхърджи

# ПЕСЕНТА НА КЛЕТКАТА

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МЕДИЦИНАТА  
И НОВИЯ ЧОВЕК

Превод от английски  
*Росен Люцканов*



*На У. К. и Е. У. –  
едни от първите, преминали отвъд*

# СЪДЪРЖАНИЕ

Прелюдия  
„Елементарните частици на организмите“ / 11

Увод  
„Винаги ще се връщаме към клетката“ / 17

Част I  
Откритие / 33

Първичната клетка	
<b>Невидим свят</b> .....	35
Видимата клетка	
<b>„Измислени истории за миниатюрни животни“</b> .....	41
Универсалната клетка	
<b>„Най-малката частица на този миниатюрен свят“</b> .....	52
Патогенната клетка	
<b>Микроби, инфекции и антибиотичната революция</b> .....	71

Част II  
Едното и многото/ 87

Организираната клетка	
<b>Вътрешната анатомия на клетката</b> .....	89
Делящата се клетка	
<b>Клетъчната репродукция и раждането на ИВФ</b> .....	109
Подправената клетка	
<b>Лулу, Нана и злоупотребите с доверието</b> .....	131
Развиващата се клетка	
<b>Клетката се превръща в организъм</b> .....	147

### Част III Кръв / 159

Неуморната клетка	
<b>Кръвният цикъл</b> .....	161
Лечебната клетка	
<b>Тромбоцити, съсиреци и „новата епидемия“</b> .....	173
Клетката пазител	
<b>Неутрофилите и тяхната битка срещу патогените</b> .....	182
Защитаващата клетка	
<b>Когато едно тяло се натъкне на друго</b> .....	193
Разграничаващата клетка	
<b>Неуловимият интелект на Т-клетката</b> .....	208
Толерантната клетка	
<b>Личността, <i>horror autotoxicus</i> и имунотерапия</b> .....	230

### Част IV Знание / 247

Пандемията.....	249
-----------------	-----

### Част V Органи / 259

Клетката гражданин	
<b>Предимствата на принадлежността</b> .....	261
Съзерцаващата клетка	
<b>Вездесъщият неврон</b> .....	271
Оркестриращата клетка	
<b>Хомеостаза, устойчивост и баланс</b> .....	296

### Част VI Прераждане / 311

Обновяващата се клетка	
<b>Стволовите клетки и раждането на трансплантацията</b> .....	313
Поправящата клетка	
<b>Нараняване, разпад и постоянство</b> .....	333

---

Себичната клетка	
<b>Екологичното уравнение и ракът</b> .....	345
Песните на клетката .....	357

## Послеслов

**„По-добри мои версии“ / 363**

Благодарности.....	371
Библиография .....	373
Бележки.....	383
Показалец .....	419
За автора.....	429





*В сумата от частите има само части.  
Светът трябва да бъде измерен с очи.*

Уолъс Стивънс<sup>1</sup>

*[Животът] е непрекъснато ритмично движение  
на пулса, на походката, дори и на клетките.*

Фридрих Ницше<sup>2</sup>



## ПРЕЛЮДИЯ

# „ЕЛЕМЕНТАРНИТЕ ЧАСТИЦИ НА ОРГАНИЗМИТЕ“

*Това е така просто – каза той. – Това е един от многото случаи, когато човек поразява събеседника с наблюдателността си само защото последният е изпуснал от очи или не е обърнал внимание на най-дребната и празна подробност, на която първият основава дедуктивния си извод.*

Шерлок Холмс към доктор Уотсън в „Гърбавият“  
от Артър Конан Дойл<sup>3</sup>

Разговорът се е провел по време на вечеря през октомври 1837 г.<sup>4</sup> Сигурно вече се е бил спуснал мрак, а газовите фенери са осветявали централните улици на Берлин. Запазени са само откъслечни спомени за онази вечер. Не са били водени бележки, не е последвала и научна кореспонденция. Останал е единствено разказът за двама приятели – колеги в лаборатория, – обсъждали експерименти по време на вечеря и достигнали до ключова идея. Единият от двамата, Матиас Шлайден, бил ботаник. Имал лесно забележим грозен белег, пресичащ челото му, свидетелство за извършен опит за самоубийство. Другият – Теодор Шван, бил зоолог с големи бакенбарди, спускащи се до челюстта му. И двамата работели при Йоханес Мюлер, прочут физиолог от университета в Берлин.

Шлайден, бивш адвокат, който изоставил правото заради ботаниката, изследвал структурата и развитието на тъканите в растенията. По собствените му думи, „събирал сламки“<sup>5</sup> (*Heusammelei*), бил натрупал стотици образци от растителното царство – лалета, леукоте, смърч, треви, орхидеи, градински чай, линантус, грах, десетки видове лилия. Ботаниците високо ценели колекцията му.<sup>6</sup>

Тази вечер Шван и Шлайден обсъждали фитогенезата – произходът и развитието на растенията. Шлайден споделил с Шван следното: разглеждайки събраните от него образци, той открил „единство“ в тяхното устройство и организация. По време на развитието на растителните тъкани – листа, корени, котиледони – става ясно забележима субклетъчна структура, наречена ядро. (Шлайден не знаел каква е функцията на ядрото, но разпознавал отличителната му форма.)

Още по-удивително е това, че в устройството на тези тъкани имало лесно забележимо еднообразие. Всяка част от растението била изградена от автономни, независими единици – от клетки. „Всяка клетка води двойствен живот – пише Шлайден година по-късно, – съвсем независим от този на останалите, свързан с нейното собствено развитие, както и друг, съпътстващ първия, доколкото тя е станала част от растение.“<sup>7</sup>

*Живот в рамките на друг живот. Независимо живо същество – единица, – което е съставна част на цялото.* Жива градивна единица, съдържаща се в живото същество.

Шван наострил уши. И той бил забелязал ядра, но в клетките на *животно*, по-точно на попова лъжичка. Той също установил еднообразието в микроскопичното устройство на животинските тъкани. „Единството“, което бил констатирал Шлайден в растителните клетки, вероятно било по-дълбоко, пронизвало живота изобщо.

Една неартикулирана, но все пак радикална мисъл – мисъл, която щяла да преобърне биологията и медицината – се загнездила в ума му. Вероятно още същата вечер или скоро след това той поканил Шлайден (а може би направо го е завлякъл) в лабораторията към анатомичния театър, където Шван съхранявал своите проби. Шлайден надникнал през микроскопа.

Микроскопичната структура на развиващото се животно, включително ясно забележимите ядра, потвърдил Шлайден, изглеждала почти същата като тази на растенията.\*

---

\* Интересът на Шван към единството на клетките, мислени като градивни единици на животните и растенията, бил провокиран също и от идеята, че ако растенията и животните са изградени от автономни, взаимнонезависими живи единици, то няма необходимост да се позоваваме на специален „витален“ флуид, който е в основата на живота или на раждането на клетките – идея, към която Йоханес Мюлер упорито се придържал. Неговият ученик Шлайден вярвал в съществуването на витални флуиди, но си имал собствена теория за произхода на клетките – процес, който според Шлайден бил аналогичен на формирането на кристалите – теория, която по късно се оказала напълно погрешна. Парадоксално, раждането на клетъчната теория било свързано с грешка – но не в поставянето на началото, а в това откъде идва самото начало. Сходствата, които Шлайден и Шван наблюдавали в животинските и растителните тъкани – например това, че всички живи същества са съставени от клетки, – били абсолютно реални. Проблемът бил, че теорията на Шлайден (която Шван приемал, макар и с нарастващи съмнения) относно това как се раждали въпросните клетки, скоро щяла да бъде опровергана преди всичко от Рудолф Вирхов. Няма как да знаем дали Шлайден вече бил стигнал до извода, че всички растителни тъкани са изградени от клетки, преди разговора му с Шван, или пък този разговор го е провокирал да анализира (повторно) пробите, за да съзре в тях универсалността на клетъчните структури, да ги види в нова светлина. Изполваната от мен фраза е израз на колебание относно това дали Шлайден е бил достигнал до този извод преди вечерята с Шван, или пък той е формулиран непосредствено след това. Така или иначе, моментът, към който отнасяме вечерята (1837 г.), публикуването на статията на Шлайден скоро след това (през 1838 г.) и добре документираното му посещение

Животните и растенията са толкова различни на вид живи организми, колкото изобщо можем да си представим. Въпреки това, забелязали Шван и Шлайден, сходството в техните тъкани, гледани под микроскоп, било удивително. Догадката на Шван се оказала вярна. Тази вечер в Берлин, припомнил си по-късно той, двамата приятели се споразумели относно една универсална и същностно значима научна истина: както животните, така и растенията разполагат с „общ механизъм за формиране чрез клетки“<sup>8</sup>.

През 1838 г. Шлайден обединил наблюденията си в обширна статия, озаглавена „Приноси към знанията ни за фитогенезата“<sup>9</sup>. Година по-късно Шван го последвал с работа, посветена на животинските клетки: „Микроскопски изследвания относно съгласуването в структурата и растежа на животните и растенията“<sup>10</sup>. Както растенията, така и животните, твърдял Шван, имат сходна организация – всяко било „струпване на напълно отделни едно от друго, взаимнонезависими същества“.

В тези два основополагащи труда, публикувани в рамките на около година, целият жив свят се слива в една точка. Шлайден и Шван не били първите, които наблюдавали клетки, нито пък първите, които са осъзнали, че клетките са основните градивни единици на живите организми. Прозорливостта им намирала израз в твърдението, че живите същества демонстрират дълбоко единство в своята организация и начин на функциониране. „Свързаност в единство“ обединява различните клонове на живота, както се изразил Шван.<sup>11</sup>

Шлайден напуснал Берлин, заемайки академична длъжност в университета в Йена в края на 1838 г.<sup>12</sup> През 1839 г. Шван също отпътувал – за Католическия университет в Льовен, Белгия.<sup>13</sup> Въпреки че напуснали лабораторията на Мюлер, те запазили жива връзката помежду си, както и приятелските си отношения.

---

в лабораторията на Шван, където са наблюдавани сходствата между животинските и растителните клетки, подсказват, че комуникацията с Шван е дала тласък на идеите на Шлайден относно фундаменталността и универсалността на клетъчната теория. Освен това фактът, че както Шлайден, така и Шван охотно приемат значимостта на приноса на другия, както и липсата на съперничество за ролята на създател на съвременната клетъчна теория подсказват, че разговорите им – включително по време на тази вечеря – са изиграли известна роля за укрепване на убеждението на Шлайден, че всички растителни тъкани са изградени от клетки. Шван, за разлика от Шлайден, бил напълно наясно със значението на техния разговор по време на вечерята през 1837 г.: той променил из основи насоките на собствените му изследвания. В речта от 1878 г., за която стана дума по-горе, той охотно признава, че наблюденията на Шлайден за развитието на растенията са били решаващи за последващото му откритие, че животинските тъкани също са изградени от клетки. [Всички бележки под линия, без изрично упоменатите, са на автора.]

Основополагащите им работи, посветени на клетъчната теория, без съмнение могат да бъдат проследени до Берлин, където са станали близки колеги, сътрудници и приятели. По думите на Шван, те открили „елементарните частици на организмите“.



Тази книга е история на клетката. Това е хроника на откритията, демонстриращи, че всички организми, включително хората, са съставени от тези „елементарни частици“. Тя е разказ за това как тези сътрудничаещи си, организирани струпвания от автономни единици на живота – тъкани, органи и системи – създават възможност за появата на основните физиологични процеси – имунитет, възпроизводство, съзнание, познание, възстановяване и обновление. Същевременно това е разказ за случващото се, когато клетките станат дисфункционални, когато тялото прекрачи от клетъчна физиология към клетъчна патология, когато уврежданията на клетките доведат до увреждане на цялото тяло. Накрая, това е разказ за начина, по който задълбочаващото се наше разбиране за клетъчната физиология и патология провокира революционни промени в биологията и медицината, води до раждането на трансформативната медицина и с това преобразява живота на хората.



В периода между 2017 и 2021 г. написах три статии за списание „Ню Йоркър“.<sup>14</sup> Първата беше за клетъчната медицина и нейното бъдеще, в частност за препрограмирането на Т-клетките да атакуват тумори. Втората беше посветена на ново разбиране за рака, фокусирано върху идеята за *екология* на клетките – не на раковите клетки, взети отделно една от друга, а на рака там, където се е развил, съответно търсене на отговор на въпроса защо конкретни места в тялото, изглежда, са толкова по-податливи на злокачествени образувания от други органи. Третата, написана в първите дни на пандемията от КОВИД-19, беше за това какво правят вирусите в нашите клетки, в телата ни, съответно как поведението им може да ни помогне да разберем физиологичните поражения, които причиняват вирусите на хората.

Мислих дълго за тематичните връзки между тези три статии. В ядрото на всички тях, изглежда, беше разказът за клетките и клетъчното инженерство. Пред очите ни протича революция и нейната история (и бъдещето ѝ) все още не е написана – отсъства разказът за клетките, за способността ни да им влияем, за трансформациите в медицината, които протичат успоредно с тази революция.

От семенцата на тези три статии порасна книга със собствен ствол, корени и филизи. Историята, която тя разказва, започва през 60-те и 70-те години на

XVII век, когато водещ уединен живот холандски търговец на платове и странен английски учен енциклопедист, работейки независимо, при това на около триста километра един от друг, надникват през саморъчно изработените си микроскопи и откриват първите данни за съществуването на клетките. След това тя напредва към настоящето – време, когато човешки стволови клетки биват модифицирани от учените и са вливани на пациенти с хронични, потенциално животозастрашаващи заболявания като диабет и сърповидноклетъчна анемия, а електроди се вкарват в клетъчните мрежи на мозъците на мъже и жени с труднолечими неврологични заболявания. Така стигаме до преддверието на неопределеното бъдеще, в което непокорни учени (един от които беше осъден на три години затвор и завинаги му беше забранено да провежда експерименти) създават ембриони с редактиран геном, използвайки клетъчна трансплантация, с което замъгляват границите между естественото и модифицираното от човека.

Използвам различни източници: интервюта, срещи с пациенти, беседи с разхождащи се учени (и техните кучета), посещения в лаборатории, микроскопски наблюдения, разговори с медицински сестри, пациенти и лекари, исторически извори, научни статии и лични писма. Целта ми не е да напиша изчерпателна история на медицината или на раждането на клетъчната биология. Книги като „Най-голямото благо: медицинска история на човечеството“<sup>15</sup> на Рой Портър, „Раждането на клетката“<sup>16</sup> на Хенри Харис и „Лабораторията на Мюлер“ на Лора Отис, са образцови постижения в тази област. По-скоро това е разказ за начина, по който понятието за клетка, както и разбиранията ни за клетъчната физиология са променили медицината, науката, биологията, социалните структури и културата. Той кулминира в предвиждане на бъдещето, в което ще се научим да сътворяваме нови неща от клетки – да създаваме техни изкуствени аналози или цели човешки органи.

В тази версия на историята на клетката неизбежно ще има празнини и пропуски. Клетъчната биология е неразривно свързана с генетиката, патологията, епидемиологията, епистемологията, таксономията и антропологията. Познавачите на отделни дялове от медицината или клетъчната биология, оправдано пристрастни към определен тип клетки, може да погледнат към тази история по напълно различен начин. Ботаниците, бактериолозите и миколозите без съмнение биха желали да видят повече сведения за растенията, бактериите и гъбите. Безцелното навлизане в тези области означава да се залутаме в лабиринти, които се разклоняват в нови лабиринти. Много от аспектите на тази история са обсъдени в бележки под линия и в края на книгата. Призовавам читателите да подходят сериозно към тях.

По пътя си ще срещнем много пациенти, включително мои собствени. Споменати са имената на част от тях, други избрах да останат неназовани – имената им и други подробности, въз основа на които могат да бъдат идентифицирани, са премахнати.

Изпитвам неизмерима благодарност към тези мъже и жени, които навлизат в неизследвани територии, поверяват телата и умовете си на една развиваща се и все още неканонична област в науката. Изпитвам не по-малко въодушевление, докато пред очите ми клетъчната биология дава живот на нов тип медицина.



## УВОД

# „ВИНАГИ ЩЕ СЕ ВРЪЩАМЕ КЪМ КЛЕТКАТА“

*Без значение как се въртим и усукваме,  
винаги в крайна сметка се връщаме към клетката.*

Рудолф Вирхов, 1858 г.<sup>17</sup>

**П**рез ноември 2017 г. гледах как моят приятел Сам П. умира, защото клетките му се бяха разбунтували срещу тялото му.\*

Сам беше диагностициран със злокачествен меланом през пролетта на 2016 г. Ракът първоначално се прояви във вид на образуване на бузата му с размерите на монета, тъмнолилаво и заобиколено с изсветляващ ореол. Майка му Клара, която е художник, го забелязала за пръв път в края на лятната им ваканция, прекарана на Блок Айланд. Увещавала го – а след това умолявала и заплашвала – да отиде да се прегледа при дерматолог, но Сам бил прекалено зает, работел като спортен журналист в голям вестник и нямал време да се занимава с някакво си петънце върху бузата му. По времето, когато се запознахме и го прегледах през март 2017 г. – не бях негов лекуващ онколог, а приятел ме помоли да анализирам случая му, – туморът се беше разраснал до продълговата буца с дебелината на пръст и имаше данни за метастази в кожата. Щом го докоснах, той се сгърчи от болка.

Едно е да откриеш рак, съвсем друго е да станеш свидетел на начина, по който той се придвижва. Меланомът беше поел на път през лицето на Сам, насочвайки се към ухото му. Щом се вгледах внимателно, забелязах напредването му, напомнящо за движението на ферибот във водата, който оставя след себе си шлейф от малки, тъмни на цвят точки.

---

\* Подробностите относно случая на Сам П. са почерпени от разговори с него и лекуващия му лекар, проведени през 2016 г. Имената и подробностите са променени с цел запазване на конфиденциалност.

Дори Сам – спортен журналист, прекарал живота си, изучавайки скоростта и подвижността, беше удивен от темповете, с които се развиваше меланомът. Как, питаше ме той настойчиво – *как, как, как*, – една клетка, която си е кротувала съвсем неподвижна в кожата му в продължение на десетилетия, изведнъж не просто е преобразила цялото му лице, а е започнала да се дели така яростно?

Раковите клетки не „изобретяват“ нищо. Те не правят нови неща, а само си присвояват – по-точно е да се каже, че клетките, които оцеляват, растат и метастазират най-ефективно, биват отсети от естествения отбор. Гените и белтъците, които клетките използват, за да създадат строителните елементи, необходими за техния растеж, са присвоени от онези гени и клетки, които развиващият се ембрион използва, за да подхрани своя собствен стремителен растеж през първите дни от живота. Пътищата, които използват раковите клетки, за да изминават огромни разстояния през тялото, са същите, които използват клетките, които са по самата си природа мобилни. Гените, които правят възможно неограниченото клетъчно делене, са изопачени, мутирали версии на гените, които позволяват деленето на нормалните клетки. Накратко казано, за клетъчната биология ракът е нещо като криво огледало. Бидейки онколог, аз съм преди всичко клетъчен биолог, само че такъв, който гледа отражението на нормалния свят на клетките под лупа – отразено и преобрънато.



В края на пролетта на 2016 г. на Сам било предписано лекарство, което трябвало да превърне собствените му Т-клетки в армия, която да се противопостави на бунта, разрастващ се в тялото му. Помислете само: в продължение на години, вероятно дори на десетилетия меланомът на Сам и неговите Т-клетки съжителствали, без да си обръщат кой знае какво внимание. Злокачественият им характер оставал невидим за имунната му система. Милиони от неговите Т-клетки преминавали покрай меланома му всеки ден и го отминавали, отвръщайки поглед от протичащата пред очите им клетъчна катастрофа.

Лекарството, което било предписано на Сам, трябвало да попречи на тумора да остане невидим, да накара Т-клетките да го разпознаят като „чужд нашественик“ и да го отблъснат точно както отблъскват заразените с микроби клетки. Пасивните наблюдатели трябвало да се превърнат в активни защитници. Модифицирахме клетките в тялото му така, че това, което преди е било незабележимо, да стане видимо.

Откриването на това „разбулващо“ лекарство е кулминация на радикален напредък в клетъчната биология, датиращ от 50-те години на ХХ век – разбиране на механизмите, използвани от Т-клетките за различаване на свой от чужд, идентифициране на белтъците, които тези имунни клетки използват, за да открият чуждите нашественици, разкриване на пътищата, по които нормалните

ни клетки се предпазват от атаките на тази система, на начина, по който раковите клетки заимстват от тях, за да направят самите себе си невидими, и изобретяване на молекула, която свлича от злокачествените клетки тяхното було. Всяко от тези открития надгражда предишното и е постигнато от цитолозите с цената на неимоверни усилия.

Почти веднага след като Сам започва лечението, в тялото му избухва истинска гражданска война. Неговите Т-клетки, пробудени за присъствието на рака, се вкопчват в злокачествените клетки и техните нападения провокират ответна реакция. Пурпурната буца на бузата му става пареща при допир, защото имунните клетки навлизат в тумора и активират възпалителен процес. Тогава злокачествените клетки си събират багажа и се омитат, оставяйки след себе си само димящи лагерни огньове. Когато го видях отново няколко седмици по-късно, продълговатата буца и точиците край нея бяха изчезнали. На тяхно място имаше само умиращ тумор, сбръчкан като огромна стафида. Той беше в ремисия.

Отпразнувахме го с чаша кафе. Ремисията промени Сам не просто телесно, а и психологически. За пръв път от седмици дълбоките бръчки, пресичащи лицето му, бяха изчезнали. Той се смееше с глас.



След това всичко се промени: месец април на 2016 г. беше жесток месец. Т-клетките, които атакуваха тумора му, след това се насочиха към черния дроб, провокирайки хепатит на автоимунна основа, възпаление, което едва беше овладяно с помощта на лекарства, потискащи имунната система. През ноември открихме, че ракът – който беше в ремисия само допреди няколко седмици – се е разпространил в кожата, мускулите и дробовете му, спотаявайки се в нови органи и откривайки нови начини да устоява на атаките на имунните клетки.

Сам упорито запази достойнството си през този низ от победи и поражения. На моменти вялите му опити да се шегува изглеждаха като начин да контраатакува: *той искаше да пресуши живеца на рака*. Когато го посетих на работното му място в нюзрума, попитах дали би искал да се усамотим някъде, например в мъжката тоалетна, за да ми покаже новите тумори. Той се разсмя безгрижно: „Докато стигнем до тоалетната, ще се е преместил на ново място. По-добре го виж, докато сме още тук.“

Лекарите притъпиха имунния отговор, за да установят контрол над автоимунния хепатит, но тогава ракът се разрасна отново. Подновиха имунотерапията, за да атакуват рака, но пък фулминантният хепатит се завърна. Беше като да използваш звяр във война: вържи имунните клетки и те, подобно на хищници, ще опъват веригите, хвърляйки се, в опит да нападнат и да убият. Отвържи ги и те започват да атакуват безогледно както рака, така и черния дроб. Сам почина в една пролетна утрин, около 6 месеца след като за пръв път опипах тумора му. В крайна сметка меланомът победи.



В един ветровит следобед през 2019 г. присъствах на конференция, проведена в Пенсилванския университет във Филадельфия. Почти хиляда учени, лекари и специалисти по биотехнологии се събраха в залата от тухла и камък, издигаща се на Спрус Стрийт. Те бяха там, за да обсъдят напредъка на предния фронт на медицината – трансплантирането на генномодифицирани клетки с цел лечение на определени заболявания. Имаше доклади за Т-клетките, за нови вируси, които могат да въвеждат гени в клетките, за новите големи крачки напред в областта на клетъчната трансплантация. Начинът на говорене – както в докладите, така и в неформалните обсъждания – звучеше, сякаш биологията, роботиката, научната фантастика и алхимията се бяха съчетали в една изпълнена с екстаз вечер и бяха създали едно преждевременно развито дете. „Рестартиране на имунната система“, „Терапевтичен клетъчен реинженеринг“, „Дългосрочна устойчивост на клетки при графтинг“. Заглавията на докладите показваха ясно, че тук става дума за бъдещето.

Настоящото също присъстваше. Само няколко реда пред мен седеше Емили Уайтхед, по това време на 14 години, с година по-възрастна от голямата ми дъщеря. Тя имаше чорлава кафява коса, носеше жълто-черна блуза и панталон с тъмен цвят. От седем години левкемията ѝ беше в ремисия. „С радост пропусна училище днес“, каза ми баща ѝ Том. В отговор Емили се усмихна.

Емили беше Пациент номер 7 в детската болница във Филадельфия.\* Почти всички в залата я познаваха или бяха чували за нея, тъй като тя беше променила историята на клетъчната терапия. През май 2010 г. Емили беше диагностицирана с остра лимфобластна левкемия (ОЛЛ). Този тип левкемия обикновено засяга малки деца и е сред най-бързо развиващите се типове рак.

Лечението на ОЛЛ е сред най-интензивните типове химиотерапия, които се практикуват. Използва се смес от 7 или 8 лекарства, някои от които се инжектират направо в спиналната течност, за да убият всяка ракова клетка, която се е спотаила в мозъка или в гръбначния стълб. Макар страничните ефекти от лечението – трайна безчувственост на пръстите на ръцете и краката, мозъчни увреждания, забавен растеж и животозастрашаващи инфекции са само част от тях – да са тежки, лечението е ефективно при около 90% от децата. За нещастие, ракът на Емили беше от другите 10% и не реагира на стандартната терапия, съответно 16 месеца след лечението се стигна до рецидив. Беше включена в списъка на чакащите за трансплантация на костен мозък – единственото възможно лечение, но състоянието ѝ се влоши, преди да бъде открит подходящ донор.

---

\* Подробности относно случая на Емили Уайтхед научих от лични разговори с нея, нейните родители и лекуващите я лекари през 2019 г. Вж. Mukherjee, “Promise and Price of Cellular Therapies”.

„Лекарите ми казаха да не проверявам в гугъл какви са шансовете за оцеляване – каза ми майката на Емили Кари. – Така че веднага направих точно това.“

Това, което Кари открива в интернет, е крайно тревожно: почти никое от децата, при които има ранен рецидив или повече от един рецидив, не оцелява. Когато Емили пристига в детската болница в началото на март 2012 г., практически всичките ѝ органи са пълни със злокачествени клетки. Прегледана е от онколог педиатър на име Щефан Груп – деликатен великан с вечно шаваш мустак, който я включва в клинично изпитване.

При него в тялото на Емили са влети нейни собствени Т-клетки. С помощта на генна терапия те са превърнати в оръжие, което да разпознава и убива рака. За разлика от Сам, който получаваше лекарства, активиращи имунната система *вътре* в тялото му, Т-клетките на Емили бяха извлечени и отглеждани *извън* тялото ѝ. Този вид лечение е въведен от Мишел Садлен от института „Слоун Кетъринг“ в Ню Йорк и Карл Джун от Пенсилванския университет, изхождайки от по-ранните изследвания на израелския изследовател Зелиг Ешхар.



На няколкостотин метра от мястото, където се намирахме, беше отделението за клетъчна терапия, напомнящо трезор – със стоманени врати, стерилни стаи и инкубатори. Там групи от лаборанти обработваха клетки, извлечени от стотици пациенти, записани в програмата за клинично изпитване, след което ги съхраняваха в хладилни камери. Всяка камера носеше името на герой от анимационната поредица „Семейство Симпсън“ – част от клетките на Емили бяха замразени в „Клоунът Кръсти“. Друга част от клетките ѝ бяха модифицирани така, че да бъде провокирана експресията на ген, който би разпознал и унищожил левкемията. Те се отглеждаха в лабораторни условия, за да може броят им да се увеличи експоненциално, след което ги връщаха в болницата, за да бъдат прелети обратно на Емили.

Вливанията, които протичаха в рамките на три дни, не бяха съпътствани от забележими промени. Емили смучеше ледена близалка, докато доктор Груп преливаше клетките в нейните вени. Вечер тя и родителите ѝ отиваха да преспят при леля ѝ, която живееше наблизо. Първите две нощи тя играеше игри и беше разнасяна на конче от баща си. На третия ден обаче Емили рухна: започна да повръща и вдигна тревожно висока температура. Семейство Уайтхед се заветекоха заедно с нея към болницата. Нещата скоростно се влошаваха. Бъбреците ѝ отказаха. Тя периодично изпадаше в безсъзнание и беше на ръба да развие мултиорганна недостатъчност.

„Всичко изглеждаше безсмислено“, каза ми Тод. Неговата шестгодишна дъщеря беше прехвърлена в интензивно отделение, където родителите ѝ и Груп бяха денонощно над нея.

Карл Джун, лекар и учен, който също участваше в лечението на Емили, сподели откровенно: „Мислехме, че ще умре. Написах писмо до ректора на

университета, в което му казах, че едно от първите деца в програмата умира. Изпитването приключваше. Написах писмото, но така и не го изпратих.“

Лаборантите в Пенсилванския университет работили цялата нощ, за да разберат каква е причината за треската. Не открили данни за наличие на инфекция. Вместо това в кръвта се наблюдавали повишени нива на молекули, наречени цитокини, които се секретират при възпалителен процес. В частност нивата на един цитокин, наречен интерлевкин-6 (IL-6) били почти хиляда пъти над нормата. Докато Т-клетките избивали раковите клетки, те освобождавали огромни количества от тези химични вестители подобно на бунтуваща се тълпа, която разхвърля навсякъде около себе си подстрекаващи позиви.

Поради странно стечение на обстоятелствата дъщерята на самия Джун страдала от ювенилен артрит, който също е съпътстван от възпаление. Той знаел за едно ново лекарство, одобрено едва преди четири месеца от американската Агенция за контрол на храните и лекарствата, което блокира IL-6. В отчаянието си Груп в спешен порядък подал заявка в болницата с искане за разрешение да приложи новата терапия, макар и по непредвиден в листовката на лекарството начин.

Още същата вечер бордът одобрил използването на блокера и Груп поставил на Емили инжекция в интензивното отделение.

Два дни по-късно, на нейния седми рожден ден, Емили се събудила. „Бум – каза доктор Джун, размахвайки ръце във въздуха. – Бум – повтори той. – Ракът просто се изпари. Направихме биопсия на костен мозък 23 дни по-късно и тя беше в пълна ремисия.“

„Никога не съм виждал толкова болен пациент да се възстанови толкова бързо“, каза ми Груп.

Ловкото регулиране на състоянието на Емили – и нейното удивително възстановяване – спасява клетъчната терапия. Емили Уайтхед си остава в дълбока ремисия и досега. Не са установени ракови клетки в костния мозък или кръвта ѝ. Тя се счита за излекувана.

„Ако Емили беше починала – каза ми Джун, – вероятно изпитванията щяха да бъдат спрени напълно.“ Това щеше да върне клетъчната терапия с десетилетие или дори повече назад.



В една от почивките на конференцията Емили и аз се включихме в обиколката на медицинския факултет, предвождана от доктор Брус Ливайн, един от колежите на доктор Джун. Той е първи директор на лабораторията в Пенсилванския университет, където Т-клетките се модифицират, контролират и произвеждат, и е сред първите, работили с клетките на Емили. Лаборантите тук работят сами или по двойки, попъхват формуляри, оптимизират протоколи, прехвърлят клетки от един инкубатор в друг, стерилизират ръцете си.

Отделението спокойно може да изпълнява и ролята на паметник, посветен на Емили. Нейни фотографии са окачени по стените: Емили на 8 с плитки; Емили на 10, държаща грамота; Емили на 12 с липсващ преден зъб, усмихната до президента Барак Обама. По време на обиколката видях истинската Емили, загледана през прозореца на болницата. От там, макар и трудно, се забелязваше ъгловатата стая на интензивното отделение, където тя е била затворена за почти месец.

Изведнъж плисна дъжд и по стъклата на прозорците забарабаниха капки.

Чудех се как се чувства тя, като знае, че в болницата има три нейни версии: днешната ѝ версия, измъкнала се за кратко от училище, онази от снимките, която е живяла и почти се е разделила с живота в интензивното отделение, и трета, замразена в „Клоунът Кръсти“ в съседната стая.

„Помниш ли как пристигна в болницата?“; попитах аз.

„Не – отговори ми тя, все така загледана през прозореца. – Помня само как си тръгнах.“



Наблюдавайки приливите и отливите на болестта на Сам, както и забележителното възстановяване на Емили Уайтхед, знаех също, че ставам свидетел на раждането на нов вид медицина, в която клетките биват препрограмирани чрез клетъчно инженерство, за да служат в битката с болестта. Това същевременно беше преповтаряне на една стара история. Телата ни са изградени от клетки. Уязвимостите ни се дължат на техните недостатъци. Способността ни да модифицираме клетки (в случаите на Сам и Емили имунни клетки) се е превърнала в основа на новата медицина, която все още е в процес на зараждане. Ако знаехме как по-ефективно да въоръжим имунните клетки на Сам срещу меланома, без да предизвикваме автоимунна атака, може би той щеше да е още жив и с бележник в ръка да пише поредния спортен репортаж за списанието.



Двама нови човеци, примери за манипулиране с клетки и клетъчно инженерство. Емили, при която разбирането ни за биологията на Т-клетките беше очевидно достатъчно да възпре смъртоносна болест в продължение на повече от десетилетие, да се надяваме и до края на живота ѝ. Сам, за чийто случай, изглежда, все още ни липсва ключовото прозрение, което би позволило да балансираме атаките на Т-клетките срещу рака и срещу него самия.



Какво ли ни готви бъдещето? Нека да поясня: използвам словосъчетанието „нов човек“ в цялата книга, включително в заглавието. В случая имам предвид нещо

съвсем конкретно. Категорично нямам предвид „новия човек“, когото срещаме в научнофантастичните разкази за бъдещето: с добавен изкуствен интелект, роботизирано тяло и добавени сензори за инфрачервено лъчение, с притъпено усещане за реалност, безгрижно пресичащ границата между действителен и виртуален свят точно както Киану Рийвс, облечен с черен шлифер. Нямам предвид и „трансчовека“, снабден с обогатени способности, надминаващи онези, с които разполагаме в момента.

Имам предвид човек, претворен чрез модифицирани клетки, но все още изглеждащ и преживяващ света (общо взето) като мен или вас. Жена с тежка, упорита депресия, чиито нервни клетки (неврони) са стимулирани чрез електроди. Момче, подложено на експериментална терапия чрез трансплантация на костен мозък, при която генномодифицирани клетки се използват за лечение на сърповидноклетъчна анемия. Човек с диабет тип 1, на когото се преливат собствените му стволови клетки, модифицирани така, че да произвеждат хормона инсулин, който поддържа нормално ниво на глюкозата – горивото, с което работи тялото. Осемдесетгодишен старец, който след множество претърпени инфаркти е инжектиран с вирус, който, достигайки до черния дроб, поддържа постоянно ниско ниво на запушващия артериите холестерол и по този начин снижава риска от нов инфаркт. Имам предвид и собствения ми баща, който, ако му бяха имплантирани неврони или стимулиращо ги устройство, щеше да може да ходи по-стабилно, вместо да претърпи онова падане, което доведе до смъртта му.

За мен тези „нови хора“ и клетъчните технологии, използвани за създаването им, са далеч по-вънлуващи от измислените им научнофантастични двойници. Променихме тези хора, за да облекчим страданията им, използвайки наука, развивана с неизмерима любов и загриженост, както и технологии, които са така хитроумни, че изглеждат неправдоподобни – например сливане на ракова с имунна клетка, чрез което да се създаде безсмъртна клетка, лекуваща рака, или извличане на Т-клетка от тялото на малко момиче, препрограмирането ѝ с вирус, който да атакува нейната левкемия, след което повторното ѝ инжектиране в нейното тяло. Ще срещаме такива „нови хора“ на почти всяка страница в книгата. Докато се учим да пресътворяваме телата си или отделни части от тях, ще се натъкваме на такива хора от настоящето и от бъдещето – в кафенета, супермаркети, железопътни гари и летища, сред съседите ни или в собственото ни семейство. Ще ги разпознаваме сред нашите братовчеди, баби и дядовци, сред родителите и сродниците ни, а може би и в самите нас.



За малко по-малко от два века – от края на 30-те години на XIX век, когато учените Матиас Шлайден и Теодор Шван допускат, че всички животински и растителни тъкани са изградени от клетки, та чак до пролетта, в която е излекувана



Емили, една радикална идея прониква в биологията и медицината, засягайки почти всеки аспект на тези две науки и променяйки ги завинаги. Това е разбирането, че сложно устроените живи организми са съставени от миниатюрни самостоятелни и саморегулиращи се единици – „живи атоми“, както ги нарича нидерландският учен Антони ван Льовенхук през 1676 г.<sup>18</sup> Хората са екосистеми, съставени от такива живи единици. Ние сме съставни цялости, а съществуването ни е резултат от струпване и сътрудничество.

Ние сме съставено от части цяло.

Откриването на клетките и преосмислянето на човешкото тяло като клетъчна екосистема възвестява раждането на нова медицина, основана на терапевтични манипулации върху клетки. Счупена бедрена кост, сърдечен арест, имунен дефицит, болест на Алцхаймер, СПИН, пневмония, рак на белия дроб, бъбречна недостатъчност, артрит – всичко това може да се разглежда като резултат от нетипичен начин на функциониране на системи от клетки. Съответно във всички тези случаи клетъчната терапия може да бъде фокусирана по определен начин.

Трансформациите в медицината, станали възможни благодарение на новото ни разбиране за клетъчната биология, могат да бъдат разпределени най-общо в четири категории.

В първата попада използването на лекарства, химични съединения или физична стимулация с цел промяна на свойствата на клетките – на взаимодействията им едни с други, на начина, по който комуникират, на поведението им. Използването на антибиотици срещу микроорганизми или на химиотерапия и имунотерапия срещу рак, стимулирането на неврони чрез електроди или модулирането на нервните вериги в мозъка попадат в първата категория.

Втората включва прехвърлянето на клетки от едно тяло в друго (включително и обратно в собственото ни тяло), както се прави при преливането на кръв, трансплантирането на костен мозък и инвитро фертилизацията.

Третата е свързана с използването на клетки за синтезиране на определено вещество – инсулин или антитела, – което има терапевтичен ефект при определено заболяване.

Наскорно се появи и четвърта категория: генно модифициране на клетки, последвано от трансплантация с цел създаване на клетки, органи и тела с напълно нови свойства.

Някои от тези терапии, например използването на антибиотици или кръвопреливането, са така дълбоко вложени в медицинската практика, че сме спрели да мислим за тях като за „клетъчна терапия“. Те обаче са продукт на разбирането ни за биологията на клетките (както ще видим, теорията за болестотворните организми е продължение на клетъчната теория). Някои други типове лечение, например имунотерапията при рак, са достигнати през ХХІ век. Трети, например вливането на модифицирани стволови клетки за лечение на диабет, са толкова

нови, че все още се определят като експериментални. Всички те – и новите, и старите – са „клетъчни терапии“, тъй като по същество се основават на разбирането ни за клетъчната биология. Всеки от тези напредъци е променил пътя на развитието на медицината и същевременно разбирането ни за това какво е да бъдеш човек и да живееш като човек.

През 1922 г. едно 14-годишно момче с диабет тип 1 се пробужда от кома – сякаш се ражда за втори път, – след като му е прелят инсулин, извлечен от панкреаса на куче. През 2010 г., когато Емили Уайтхед получава вливане на Т-клетки с химерен антигенен рецептор,<sup>19</sup> или 12 години по-късно, когато са излекувани за пръв път пациенти със сърповидноклетъчна анемия благодарение на генномодифицирани кръвни стволови клетки, ние преминаваме от столетието на гена към следващото столетие – това на клетката.



Клетката е градивната единица на живота. Това обаче ни води към още по-дълбок въпрос: „Какво е „живот“?“ Една от най-странните отлики на биологията е фактът, че все още срещаме трудности да дефинираме това, с което се занимаваме. Дефиницията на живота не се изчерпва с едно отделно свойство. По думите на украинския биолог Сергей (или Сергей, както бил наричан обикновено) Цоколов: „Всяка теория, хипотеза или гледна точка използва дефиниция за живот, съгласувана с нейните собствени научни интереси и предпоставки. В науката има стотици работни, конвенционални дефиниции за живот, но нито една от тях не е приета с консенсус.“<sup>20</sup> (Цоколов, който, за нещастие, почина в разцвета на научната си кариера през 2009 г., е наясно с това, тъй като за него споменатото по-горе е огромен проблем. Той беше *астробиолог*, изследванията му са посветени на търсенето на живот извън Земята. Как обаче се предполага да откриваме живот на други планети, ако срещаме трудности да дефинираме този термин?)

Към момента дефиницията за живот напомня на меню. Тя не се изчерпва с едно нещо, а включва редица аспекти, множество *наблюдаеми характеристики*, поредица от процеси, а не отделно свойство. За да живее, един организъм трябва да има способността да се възпроизвежда, да расте, да метаболизира, да се адаптира към стимули, да поддържа вътрешната си среда. Комплексните многоклетъчни организми имат също и нещо, което можем да наречем „емерджентни“ свойства: свойства на системи от клетки, например механизмите за защита от нараняване и зарази, органи със специализирани функции, физиологични системи за комуникация между органи, дори съзнание и когнитивни процеси.\* Не е случайно, че всички тези свойства се дължат на клетки или системи от клет-

---

\* Въпросните „емерджентни“ свойства не са отличителна характеристика на живота. Това са свойства на многоклетъчните организми, еволюирали от системи от живи клетки.

ки.\* В известен смисъл може да се каже, че живо е това, което има клетки, а за клетките – че имат живот.

Тази рекурсивна дефиниция не е безсмислена. Ако Цололов беше срещнал търсения от него астробиологичен обект – да кажем, съзнателна ектоплазма от Алфа-Кентавър, и беше се запитал дали той\тя\то е „жив\жива\живо“, би могъл да се допита до списъка със свойствата на живота. Би могъл също да запита съществуването: „Имаш ли клетки?“ Трудно е да си представим живо същество без клетки точно както е невъзможно да си представим клетки, лишени от живот.

Вероятно това показва значението на историята на клетката: трябва да разберем клетките, преди да разберем човешкото тяло. Това е нужно и за целите на медицината. Преди всичко обаче историята на клетката ни е нужна, за да разкажем историята на живота, както и на самите нас.



Какво обаче е клетка? В тесен смисъл клетка е автономна единица на живота, чиято функция е да декодира гени. Гените са инструкции, или програми, за изграждане на белтъци – молекули, които извършват почти цялата работа в пределите на клетката. Белтъците правят възможни биологичните процеси, координират сигналите в рамките на клетката, изграждат съставните ѝ елементи и включват и изключват гените, с което регулират идентичността, метаболизма, растежа и смъртта на клетката. Те са основните действащи лица в биологията, молекулярните машини, които правят възможен живота.\*\*

Гените, които пренасят програмите за изграждане на белтъци, са локализиращи в молекула с формата на двойна спирала, наречена дезоксирибонуклеинова киселина (ДНК), която на свой ред се съхранява в гъсто преплетени една с друга нишки, наречени хромозоми. Доколкото знаем, ДНК присъства във всяка жива клетка. Учените издирват клетки, които използват други молекули за съхраняване на информация – РНК например, но до този момент не са открили такива.

---

\* Не всички клетки притежават въпросните свойства. Например клетъчната специализация на комплексните организми позволява съхраняването на хранителни вещества да се осъществява от един тип клетки, а изхвърлянето на отпадни продукти – от други. Едноклетъчните организми като дрождите и бактериите могат да имат специализирани субклетъчни структури, които осъществяват тези функции, но за тази цел многоклетъчните организми като хората са снабдени от еволюцията със специализирани органи, в които тези функции се осъществяват от специализирани клетки.

\*\* Гените осигуряват код за изграждане на рибонуклеинова киселина (РНК), която на свой ред се декодира, за да бъдат изградени белтъци. Освен че пренасят кода за изграждане на белтъци, някои видове РНК извършват разнообразни дейности в рамките на клетките, част от които все още не са разгадани. РНК може също да регулира гените и да функционира съгласувано с белтъците при някои биологични реакции.

Под *декодиране* имам предвид това, че молекули в рамките на клетката *разчитат* определени дялове от генетичния код точно както музикантите в оркестър разчитат отнасящата се до тях част от партитурата – песента на отделната клетка, – като по този начин става възможно генетичните инструкции да се проявят физически във вид на реален белтък. Или казано простичко, гените пренасят код, който клетката дешифрира. В този смисъл клетката преобразува информация, превръща генетичния код в белтъци. Гените без клетка са безжизнени – наръчник, съхраняван в инертна молекула, партитура без музикант, библиотека без читатели за книгите в нея. Клетката придава вещественост, материалност на набор от гени. Клетката *оживотворява* гените.

Клетката обаче не е просто машина за декодиране на гени. След като въз основа на инструкциите синтезира набор от белтъци, кодирани в нейните гени, клетката се превръща в интегрираща машина. Тя използва този набор от белтъци (и биохимичните им продукти), взети заедно един с друг, за да координира начина на своето функциониране, своето *поведение* (движение, метаболизъм, изпращане на сигнали, доставка на хранителни вещества до други клетки, търсене на външни обекти), което ѝ осигурява типичните за живота свойства. На свой ред нейното поведение се проявява в поведението на организма. Метаболизмът на организма се основава на метаболизма на клетката. Възпроизводството на организма се основава на възпроизводството на клетката. Възстановяването, оцеляването и смъртта на организма се основават на възстановяването, оцеляването и смъртта на клетката. Поведението на един орган или на цял организъм се основава на поведението на клетките. *Животът* на организма се основава на живота на клетката.

И най-накрая – клетката е машина за делене. Молекулите в рамките на клетката – отново белтъци – поставят началото на процес на копиране на генома. Вътрешната организация на клетката се променя. Хромозомите, където е локализиран генетичният материал на клетката, се делят. Клетъчното делене е процесът, който задвижва растежа, поправката, възстановяването и в крайна сметка възпроизводството, които са сред фундаменталните, отличителни характеристики на живота.



Целия си живот съм прекарал, изследвайки клетките. Всеки път, щом погледна клетка под микроскоп – ярка, блестяща, – преживявам отново външното, което изпитах, когато зърнах клетка за пръв път. В един петъчен следобед през есента на 1993 г., около седмица след като постъпих като специализант в лабораторията на Ален Таунсенд към Оксфордския университет, за да изучавам имунология, вече бях смял далак на мишка и бях поставил получената кървава каша в блюдо на Петри, добавяйки химикал, който да стимулира Т-клетките. Уикендът отмина и в понеделник сутринта включих микроскопа. Стаята беше

така слабо осветена, че дори не се наложи да дръпна завесите – в град Оксфорд *винаги* цари сумрак (ако безоблачната Италия е страна, сякаш създадена за наблюдения с телескоп, мрачната Англия сякаш е сътворена по поръчка за работа с микроскоп). Взех блюдото и погледнах през микроскопа към него. Сред хранителната среда се виждаха струпвания от блестящи, бъбрековидни Т-клетки, притежаващи нещо, което бих могъл да нарека единствено вътрешен блясък, или лъчиста пълнота – белезите на здравите, активни клетки. (Когато клетките умират, блясъкът им помръква, те се сбръчкват и стават зърнисти, или пикнотични, както биха казали цитолозите.)

„Като очи, които се взират в мен“, казах си аз. След това за моя почуда Т-клетката *помръдна* – умишлено, целенасочено, търсейки инфектирана клетка, която да убие. Тя беше жива.

Години по-късно беше истински вълнуващо – направо хипнотизиращо – да наблюдавам разгръщането на клетъчната революция в медицината. Когато за пръв път срещнах Емили Уайтхед в облечения от флуоресцентна светлина коридор пред аудиторията в Пенсилванския университет, тя сякаш ме преведе през портал, който свързваше миналото с бъдещето. Първата ми специалност беше имунологията, след това се занимавах със стволови клетки, после с биологията на рака, а най-накрая станах онколог.\* Емили обемаше в себе си целия изминат от мен път – не само моя, а също и животите и усилията на хиляди изследователи, гледащи през хиляди микроскопи в продължение на хиляди дни и нощи. Тя беше въплъщение на желанието ни да достигнем до лъчистото сърце на клетката, да разберем нейните неизменно запленяващи тайни. Тя олицетворяваше стремежа ни да създадем нов вид медицина – клетъчната терапия, – основана на дешифрирането на физиологията на клетките.

Да срещам моя приятел Сам в болничната му стая и да наблюдавам люшкането между ремисия и възобновяване на болестта му седмица след седмица ми носеше тъкмо противоположна емоция – не възторг, а осъзнаване колко много още имаме да научим и разберем. Като онколог аз се занимавам основно с разбеснели се клетки, с клетки, нахлули на места, където не е предвидено да ги има, клетки, делящи се неконтролируемо. Тези клетки изкривяват или дори обръщат с краката нагоре процесите, които описвам в книгата. Опитвам се да разбера защо и как става така. Мислете за мен като за клетъчен биолог, затворен в един огледален свят. По тази причина историята на клетката е оставила дълбок отпечатък върху моя научен и личен живот.

---

\* За кратко, между 1996 и 1999 г., се занимавах с невробиология, докато работех под ръководството на професор Кони Сепко в Медицинското училище към Харвардския университет, изследвайки развитието на ретината. Изучавах глиалните клетки далеч преди това да стане модерно. Сепко, която е специалист по биология на развитието и генетик, ми преподаде науката и изкуството на трасирането, с което ще се запознаем по-късно.

Докато се бях отдал на писането на тази книга, между началото на 2020 и 2022 г., пандемията КОВИД-19 продължаваше да бушува из целия свят. Към болницата, в която работя, града, в който живея – Ню Йорк, а също към родния ми град течеше неспирна река от болни и мъртви. Към февруари 2020 г. леглата в интензивното отделение на медицинския център към Колумбийския университет, където е работното ми място, бяха пълни с пациенти, които се давеха в собствените си секрети, а механични уреди за обдишване с мъка изпълваха дробовете им с въздух. Ранната пролет на 2020 г. беше изключително мрачно време: Ню Йорк се превърна в неузнаваем, обяван от ветровете град с пусти улици и булеварди, където хората се криеха едни от други. Пикът на смъртността в Индия беше достигнат почти година по-късно, през април и май 2021 г. Горяха телата на починалите по паркингите, задните улички, в бордеите и на детските площадки. В крематориумите огньовете горяха толкова продължително и интензивно, че металните решетки, върху които поставяха телата, се рушаха и разтопяваха.

Първоначално дежурях в клиниката, а след това, когато онкологичното отделение беше редуцирано максимално, се изолирах със семейството си у дома. Взрял през прозореца към хоризонта, продължавах да мисля за клетките. За имунитета и разочарованията, с които ни сблъсква той. Вирусологът от Йейлския университет Акико Ивасаки ми каза, че основната патология, причинена от SARS-CoV-2 (тежкият остър респираторен синдром, причинен от коронавируса), се свежда до „имунологична дисфункция“ – излизане от контрол на имунните клетки.<sup>21</sup> Дори не бях чувал този термин преди това, но ме поразил фактът, че в сърцевината си пандемията не беше нищо друго, освен болест на клетките. Да, съществуваше вирус, но вирусите са инертни и безжизнени в отсъствието на клетки. Клетките ни бяха пробудили пандемията, отново те ѝ вдъхваха живот. За да разберем ключовите отлики на тази пандемия, трябваше да разбираме не само странните отлики на вируса, но също биологията на имунните клетки и проблемите, които тя поражда.

За известно време изглеждаше, че всяка от насоките в моето мислене ме връща към клетките. Не знам в каква степен аз съм призовавал към живот тази книга и в каква степен тя просто изиска да бъде написана.



В „Императорът на всички болести“<sup>\*\*</sup> пиша за мъчителното търсене на лечение и превенция срещу рака. „Генът“<sup>\*\*\*</sup> пък е търсене на начин да разгадаем и дешифрираме кода на живота. „Песента на клетката“ ни повежда на съвсем друго пътуване – в търсене на разбиране на живота от гледна точка на най-елементарната му

\* Мукхърджи, С. *Императорът на всички болести*. София, Изток-Запад, 2013. – Б.пр.

\*\* Мукхърджи, С. *Генът. Една интимна история*. София, Изток-Запад, 2017. – Б.пр.

градивна единица – клетката. Тема на тази книга не е търсенето на лечение или разплитането на код. Няма един антагонист. Протагонистите се мъчат да проумяят живота, като разберат анатомията, физиологията и поведението на клетката, както и взаимодействията ѝ с останалите клетки. Музиката на клетката. От гледна точка на медицината това е търсене на клетъчна терапия, използване на градивните единици на човека, за да го преизградим и поправим.

Ето защо структурата не е хронологична. Всяка част на книгата взема едно от фундаменталните свойства на комплексните живи организми и разказва неговата история. Всяка част е един миниразказ, хронология на последователност от открития. Всяка част осветлява фундаментално свойство на живота (възпроизводство, анатомия, метаболизъм), което се основава на конкретна система от клетки. Във всяка част става дума за раждането на нова клетъчна технология (да кажем, трансплантация на костен мозък, оплождане „инвитро“, генна терапия, дълбока мозъчна стимулация, имунотерапия), която е продукт на разбирането ни за клетките и разколебава идеите ни за това как са изградени и как функционират хората. Самата книга е съставена от различни части – история и лични разкази, физиология и патология, минало и бъдеще. Тя е лична хроника на моето развитие като клетъчен биолог и лекар; всичко, сплетено в едно цяло. Самата ѝ организация е клетъчна.



Когато започнах работа по този проект през зимата на 2019 г., бях решил да посветя книгата на Рудолф Вирхов. Бях запленил от този саможив, прогресивен, кротък германски лекар и учен,<sup>22</sup> който, противопоставяйки се на патологичните социални сили на своето време, защитава свободната мисъл, пропагандира общественото здравеопазване, презира расизма, издава свое собствено списание, прокарва нов път в рамките на медицината и поставя началото на изследването на болестите на органите и тъканите, дължащи се на дисфункция на клетките, на „клетъчната патология“, както той сам я нарича.<sup>23</sup>

В крайна сметка се върнах към един пациент и приятел, който беше лекуван от рак с нов тип имунотерапия, и към Емили Уайтхед. Те двамата прокараха нови пътища към задълбочаване на разбирането ни за клетките и клетъчната терапия. Те бяха сред първите, предложени на ранните ни опити да използваме клетки за лечение на хора и да превърнем клетъчната патология в клетъчна медицина – отчасти успешни, отчасти не. Посвещавам тази книга на тях и на техните клетки.