



Elizabet Blekbern i Elisa Epel



# TELOMERE



Ključ dugovečnosti



Prevela  
Tatjana Bižić



**Laguna**



Naslov originala

Elizabeth Blackburn and Elissa Epel  
THE TELOMERE EFFECT

Copyright © 2017 by Elizabeth Blackburn and Elissa Epel

Translation copyright © 2017 za srpsko izdanje, LAGUNA



Kupovinom knjige sa FSC oznakom pomažete razvoj projekta  
odgovornog korišćenja šumskih resursa širom sveta.

NC-COC-016937, NC-CW-016937, FSC-C007782

© 1996 Forest Stewardship Council A.C.

*Posvećujem ovu knjigu Džonu i Benu, svetlostima  
mog života, zbog kojih, jednostavno, sve vrijedi.*

Elizabet Blekbern

*Ovu knjigu posvećujem svojim roditeljima Dejvidu  
i Loiz Epel, koji mi pružaju nadahnuće svojim  
ispunjenim i dinamičnim životom, posebno sad  
kad su gotovo zašli u devetu deceniju života, i mom  
voljenom mužu Džeku i sinu Deniju, zbog kojih su  
sve moje želije srećne.*

Elisa Epel

Ova knjiga napisana je u nameri da vam pomogne da bolje razumete nova naučna otkrića o telomerama i da birate svoj stil života bolje potkrepljeni znanjem, a ne da zameni lečenje pod nadzorom stručnog medicinskog osoblja. O svim pitanjima koja se tiču zdravlja treba redovno da se savetujete s lekarom, a posebno o svim simptomima koji možda zahtevaju ispravnu dijagnozu i medicinsku negu.

# Sadržaj

Beleška autorki: Zašto smo napisale ovu knjigu . . . . .	11
Uvod: Priča o dve telomere. . . . .	15

## PRVI DEO

### TELOMERE: PUT KA DUŽOJ MLADOSTI

Prvo poglavlje: Kako zbog preranog starenja ćelija izgledate, osećate se i ponašate kao da ste stari . . . . .	35
Drugo poglavlje: Moć dugih telomera . . . . .	61
Treće poglavlje: Telomeraza, enzim koji obnavlja telomere . . . . .	74
Laboratorije za podmlađivanje: vodič . . . . .	88

## DRUGI DEO

### ĆELIJE SLUŠAJU ŠTA MISLITE

<i>Test načina na koji reagujete na stres . . . . .</i>	93
Četvrto poglavlje: Paranje telomera: kako vam stres prodire u ćelije . . . . .	97
Peto poglavlje: Vodite računa o svojim telomerama: negativno razmišljanje, rezilijentno razmišljanje . . . . .	128
Šesto poglavlje: Kad se nebo smrači: depresija i anksioznost . . . . .	173
<i>Važni saveti za podmlađivanje. Tehnike ublažavanja stresa koje su se pokazale podsticajne po očuvanje telomera . . . . .</i>	190

## TREĆI DEO

**POMOZITE TELU DA ZAŠTITI SVOJE ĆELIJE**

<i>Test: Putanja vaših telomera. Ćinioci zaštite i rizika. . . .</i>	199
Sedmo poglavlje: Vežbe za telomere: koliko je fizičke aktivnosti dovoljno? . . . . .	213
Osmo poglavlje: Umorne telomere: od iscrpljenosti do podmlađenosti . . . . .	234
Deveto poglavlje: Telomere mere težinu: zdrav metabolizam	255
Deseto poglavlje: Hrana i telomere: jesti tako da postignete optimalno zdravlje svojih ćelija . . . . .	274
<i>Važni saveti za podmlađivanje: naučno potkavana uputstva za trajne promene . . . . .</i>	297

## ČETVRTI DEO

**UNUTAR SPOLJAŠNOSTI:****DRUŠTVENA SREDINA MENJA VAŠE TELOMERE**

Jedanaesto poglavlje: Lica i mesta koja čuvaju naše telomere	311
Dvanaesto poglavlje: Trudnoća: ćelijsko starenje počinje još u majčinoj utrobi . . . . .	341
Trinaesto poglavlje: Detinjstvo je važno za ceo život: kako nam prve godine života oblikuju telomere . . . . .	358
Zaključak: Prepleteni: ćelijsko zaveštanje . . . . .	387
<b>Dodaci: Na putu ka obnavljanju telomera . . . . .</b>	397
Dodatak A: Manifest o telomerama . . . . .	397
Dodatak B: Informacije o komercijalnom testiranju telomera	399
Izjave zahvalnosti . . . . .	403
O autorkama . . . . .	407

BELEŠKA AUTORKI

## Zašto smo napisale ovu knjigu

Žana Kalman, koja je doživela sto dvadeset dve godine, bila je jedna od najdugovekijih žena za koje se zna. Kad joj je bilo osamdeset pet godina, počela je da se bavi mačevanjem. S više od sto još je vozila bicikl.<sup>1\*</sup> Na stoti rođendan prošetala je po svom rodnom Arlu i zahvaljivala ljudima koji su joj čestitali.<sup>2</sup> Uživanje Žane Kalman u životu jezgrovito izražava ono što svi mi želimo: zdravlje sve do svog poslednjeg dana. Starenje i smrt su neizmenjive životne činjenice, ali kako ćemo živeti dok ne kucne taj poslednji čas – to nije, to je na nama. Možemo da živimo bolje i potpunije sada i u svojim poznim godinama.

Izučavanje telomera relativno je novo polje u nauci, koje ima korenite posledice po pitanje kako ćemo ovaj cilj ostvariti. Primena ovih saznanja može da umanja stopu hroničnih oboljenja i sveukupno nam poboljša vitalnost na nivou samih ćelija, u toku celog života. Zato smo i napisale ovu knjigu – da bismo predale ove važne informacije i u vaše ruke. Ovde ćete

---

\* Spisak referentnih testova i istraživačkih radova u izvornom obliku nalazi se u posebnoj fajlu na stranici knjige *Telomere* na sajtu Lagune: [www.laguna.rs](http://www.laguna.rs)

---

pronaći jedan novi način razmišljanja o starenju kod ljudi. Trenutno preovlađujući naučni pogled na starenje pripadnika ljudske rase kaže da se DNK naših ćelija postepeno sve više oštećuje, zbog čega ćelije nepovratno stare i gube funkcionalnost. Pitanje je, međutim, koja se to DNK oštećuje? Zašto postaje oštećena? Odgovori još nisu poznati u potpunosti, ali svi znaci sad jasno pokazuju ka telomerama kao glavnim krivcima. Bolesti nam mogu izgledati različite, zato što zahvataju različite organe i delove tela, ali su se nova naučna i medicinska otkrića kristalizovala u jedan novi koncept. Kako starimo, telomere se u čitavom našem telu skraćuju i taj skriveni mehanizam doprinosi većini bolesti koje donosi starenje. U telomerama leži objašnjenje za gubitak sposobnosti obnavljanja naših tkiva pošto podlegnu replikativnoj starosti. Postoje i drugi putevi kojima ćelije dospevaju do preranog starenja ili gubitka funkcionalnosti, i drugi činioci koji doprinose starenju ljudi, ali ih mi ovde ne razmatramo. Propadanje telomera, međutim, očigledno doprinosi procesu starenja počinjući u prilično ranim stadijumima života, ali što nam daje još više razloga za uzbuđenje – to propadanje je moguće usporiti, pa čak i poništiti.

Sve ove ideje mi smo pretvorile u jednu celovitu priču, ispričanu jezikom razumljivim za svakog čitaoca. Prethodno je ovo znanje bilo pristupačno jedino u člancima rasutim po naučnim časopisima. Uprostiti ovaj deo naučnih saznanja da bi postao čitljiv za široku publiku bilo je veliki izazov i velika odgovornost. Trudile smo se da sažmemo plodove naučnih istraživanja o telomerama, ali naravno da nije bilo moguće predstaviti baš svaku teoriju o starenju ni izložiti svaku temu u najsitnijim naučnim pojedinostima. Nismo takođe mogle da navedemo sve potvrde ni sva ograničenja u vezi s pojedinim teorijama. Sva ta pitanja detaljno su raspravljena u naučnim časopisima u kojima su



---

rezultati pojedinih istraživanja prvobitno objavljivani, pa predložimo zainteresovanim čitaocima da istraže ovaj fascinantni korpus naučnih radova, koji smo velikim delom navele u našoj knjizi. Napisale smo, osim toga, jedan članak u kome smo dale pregled najnovijih bioloških istraživanja o telomerama i koji je, uz stručnu recenziju, objavljen u časopisu *Nauka (Science)*; ovaj članak takođe može da vam pruži nekoliko dobrih smernica za upoznavanje s ovim naučnim materijalom.<sup>3</sup>

Nauka podrazumeva timski rad. Imale smo istinsku povlasticu da učestvujemo u istraživanjima sa širokom lepezom saradnika iz raznih naučnih grana. Pored toga smo i učile od naučnoistraživačkih timova s raznih strana sveta. Starenje ljudskih bića je slagalica od mnogo komadića. Nekoliko decenija su dodavani novi komadići saznanja, od kojih je svaki imao ključnu važnost za celinu. Razumevanje uloge telomera pomoglo nam je da uvidimo kako se svi komadići uklapaju međusobno – kako ostarele ćelije mogu da prouzrokuju raznovrsne staračke bolesti. Konačno se pojavila jedna toliko korisna i privlačna slika da smo osećale kako je vrlo važno da je prenesemo što širem krugu ljudi. Sada posedujemo sveobuhvatno razumevanje o onome što je potrebno za dobro održavanje ljudskih telomera na svim nivoima, od ćelije do društva, i o onome što bi to moglo da znači za pojedinačni ljudski život i za društvo. Prenosimo i vama osnove bioloških znanja o telomerama, o njihovoj povezanosti s raznim bolestima, s opštim zdravljem, s modelima našeg razmišljanja, pa čak i s našom porodicom i društvenim zajednicama. Sklapanje svih ovih delića, u svetlosti saznanja o onome što loše deluje na telomere, dovelo nas je do pogleda na svet kao jednu mnogo isprepletenije povezanu celinu, kao što ćemo vam ispričati u poslednjem poglavlju knjige.

Drugi razlog zbog koga smo knjigu napisale bila je želja da vam pomognemo da izbegnete opasnost. Zanimanje za ulogu

---

telomera u starenju ubrzano raste i, uz prilično dobre informacije dostupne širokoj javnosti, ima i onih koje su pogrešne, pa čak u izvesnoj meri i opasne. Primera radi, pojavljuju se tvrdnje da će izvesne kreme ili dodaci ishrani izdužiti vaše telomere i produžiti vam životni vek. Ovakva sredstva, i ako zaista imaju dejstva u vašem telu, mogu da povećaju opasnost od raka ili da imaju druge opasne posledice. Postoje druga sredstva da bez opasnosti produžite životni vek svojih ćelija, a najbolja od njih mi smo nastojale da navedemo u knjizi. Na ovim stranicama nećete pronaći nikakav lek koji deluje trenutno, ali ćete pronaći konkretne ideje potkrepljene istraživanjima pomoću kojih možete da proživite zdrav i ispunjen život. Neke od njih vam možda neće biti sasvim nove, ali bi dublje razumevanje razloga na kojima one počivaju, a koji nisu tako lako vidljivi na prvi pogled, moglo da vam promeni pogled na to kako vodite svoj život.

I na kraju, želimo da znate da nijedna od nas nema nikakvih finansijskih interesa vezanih za kompanije koje prodaju proizvode za produživanje ili nude testiranje telomera. Želja nam je jedino da objedinimo sva najbolja saznanja do kojih smo zasad došle i predočimo ih svima kojima bi mogla da koriste. Proučavanja telomera napravila su istinski proboj u našem razumevanju procesa starenja i produženja mladosti i zato bismo želele da zahvalimo svima koji su imali udela u ovim istraživanjima koja predstavljamo ovde.

Sa izuzetkom „poučne priče“ na prvoj strani uvoda, sve priče u ovoj knjizi preuzete su od stvarnih ljudi i iz njihovih stvarnih iskustava. Duboko smo zahvalne svima koji su nam ispričali svoju priču. Da bismo zaštitili njihovu privatnost, izmenile smo imena i neke znakove prepoznavanja.

Nadamo se da će ova knjiga biti korisna vama, članovima vaše porodice i uopšte svima čijoj dobrobiti mogu da posluže ova zapanjujuća otkrića.

## UVOD

# Priča o dve telomere

Sveže subotnje jutro u San Francisku. Dve žene sede u bašti kafea i pijuckaju vruću kafu. Dve prijateljice ugrabile su malo vremena da umaknu od kuće, porodice, posla i spiska obaveza koji kao da se nikada ne skraćuje.

Kara priča kako je umorna. Kako je *stalno* umorna. Još je gore zato što zakači svaku prehladu koja naiđe kod nje na poslu, i svaka se neizbežno pretvori u gadnu infekciju sinusa. Njen bivši muž stalno „zaboravlja“ kad je na njega red da ode po decu. Šef joj je, u firmi koja se bavi investicijama gde je Kara zaposlena, čovek neprijatne ćudi i voli da se izviče na nju pred njenim osobljem. Ponekad kad legne noću, srce prosto počne sumanuto da joj lupa. Mada to potraje svega nekoliko sekundi, Kara posle od brige dugo ne može da zaspi. *Možda je samo stres*, govori sebi. *Prerano je još da imam problema sa srcem, zar ne?*

„Nije pošteno“, uzdiše jadajući se Lizi. „Isto smo godište, ali ja izgledam starije od tebe.“

To je zaista tačno. Pod jutarnjim suncem Kara izgleda izmoždeno. Dok pruža ruku da dohvati šoljicu s kafom, pokreti su joj otežani, kao da je bole vrat i ramena.

Liza, međutim, sva zrači. Oči i kosa joj sijaju. Ova žena ima i više nego dovoljno energije za sve što je čeka tog dana. I oseća se dobro. Liza zapravo ne razmišlja mnogo o svojim godinama, osim što je zahvalna na životnom iskustvu koje su joj donele.

Kad ih gledate jednu pored druge, zaista biste pomislili da je Liza mlađa od svoje prijateljice. Kad biste mogli da im zavirite pod kožu, videli biste da je na neki način ovaj jaz još širi nego što izgleda na prvi pogled. Vremenski gledano, ove dve žene imaju isti broj godina. Biološki, Kara je starija više decenija.

Ima li Liza neku tajnu? Skupe pomade za lice? Laserske tretmane kod dermatologa? Dobro genetsko nasleđe? Život bez muka s kojima se njena prijateljica suočava iz godine u godinu? Ni slučajno.

Liza i sama ima stresa koliko hoćete. Muž joj je poginuo pre dve godine u automobilskoj nesreći i sad i ona kao i Kara sama odgaja decu. Novca ne dotiče, kompaniju za visoke tehnologije u kojoj Liza radi kao da stalno samo jedan tromesečni obračun deli od finansijskog kraha.

Razlika u fizičkom izgledu dveju prijateljica nema nikakve veze sa skupim kremama, genetikom, sudbinom ni životnim preokretima kroz koje su prošle do svoje četrdeset pete godine.

Šta se onda dešava? Zbog čega ove žene stare toliko različito?

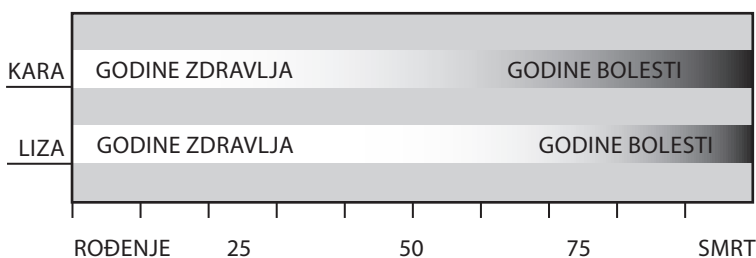
Odgovor je biološki jednostavan i ima veze s aktivnošću u njihovim ćelijama. Karine ćelije stare prerano i zato ona izgleda kao da je starija nego što jeste, a pred njom se pruža dug put ka zdravstvenim poremećajima i oboljenjima koja prate starost.

Lizine ćelije se obnavljaju. Liza je, životno, mlađa.

## ZBOG ČEGA LJUDI RAZLIČITO STARE?

Zbog čega ljudi stare različitom brzinom? Zbog čega neki ljudi dohujaju bistrog mozga i puni energije čak i u duboku starost, dok su neki mnogo mlađi od njih bolesni, iznureni i zamućenih mentalnih sposobnosti?

Možete ovu razliku vizuelno da predstavite sebi ovako:



Raspon godina proživljenih u dobrom zdravlju u odnosu na godine bolesti.

I Liza i Kara mogu da dožive po sto godina, ali kvalitet druge polovine njihovog života drastično se razlikuje.

Pogledajte gornje polje grafikona. Beli deo prikazuje raspon Karinih godina proživljenih u dobrom zdravlju, bez bolesti, ali već oko pedesete on prelazi u sivo, a oko sedamdesete u crno. Kara je prešla u drugu fazu života, obeleženu bolestima starenja.

Starenje prate kardiovaskularna oboljenja, artritis, slabljenje imunskog sistema, šećerna bolest, rak, oboljenja pluća i druge bolesti. Koža i kosa stare takođe. Što je još gore, kad dobijete jednu bolest koja prati starenje, to nije kraj, ove bolesti dolaze u jatima, a ta sumorna pojava nosi ime *komorbidnost*. Zato Kari nije samo oslabio imunski sistem nego je i bole zglobovi i pojavljuju se prvi znaci oboljenja srca. Kod

---

nekih ljudi staračke bolesti ubrzavaju približavanje kraja života, kod nekih život traje, ali u njemu nema više toliko iskrica, toliko slasti, i sve je zatamnjeniji bolešću, premorom i raznim fizičkim neprijatnostima.

S pedeset godina Kara bi još trebalo da kipti od zdravlja, ali grafikon pokazuje da će već tako rano ona polako zaći u godine bolesti. Sama Kara bi to možda rekla neuvijeniije: ona stari.

Liza je druga priča.

S pedeset godina Liza će još biti odličnog zdravlja. Mada će s godinama naravno stariti, Liza će jedno lepo, podugačko vreme uživati u luksuzu zdrave životne faze. Njoj će tek pošto bude zašla u devetu deceniju života, što je starost koju gerontolozi smatraju zaista dubokom, postati teško da drži korak sa životom na kakav je navikla. Njen život će takođe imati fazu koju prate bolesti starenja, ali je ta faza sažeta u svega nekoliko godina pri kraju dugog i plodotvornog života.

Kako jedno ljudsko biće može da uživa u blagodetima zdravlja do u duboku starost dok drugo tako brzo zađe u senke staračkih bolesti? Možete li da birate šta će se od toga dešavati u vašem životu? *Zbog čega ljudi različito stare?* Ovo pitanje postavljamo već hiljadama godina, verovatno otkad smo naučili da prebrojimo godine i uporedimo sebe s ljudima oko nas.

Jedno krajnje gledište jeste da, kako neki ljudi smatraju, tok starenja određuje priroda i to je van naših ruku. Stari Grci su ovu ideju izrazili mitom o Mojrama, suđajama – tri starice koje se nadviju nad kolevkom kad se dete rodi. Prva suđaja ispređa nit, druga je meri, treća preseca. Život svakog čoveka je duga kao nit koju su isprele Mojre. Posao suđaja je da vam odrede i zapečate sudbinu.

Ta ideja živi i danas, mada bolje potkrepljena naučnim autoritetom. Prema najnovijoj verziji argumentacije koja zastupa prirodne uzroke, naše zdravlje uglavnom određuju

---

geni. Čak i ako nema suđaja nadnesenih nad vašom kolevkom, genetska šifra određuje u kojoj vam meri prete bolesti srca i rak, i koliko ćete dugo živeti, još i pre nego što ste se rodili.

Neki ljudi možda i ne shvataju da u punoj meri veruju kako isključivo priroda predodređuje starenje. Kada biste zatražili od njih da objasne zbog čega Kara stari znatno brže od svoje prijateljice, ponudili bi vam neki od sledećih odgovora:

„Verovatno su joj i roditelji болоvali od srca i artritisa.“

„Sve je to u genima.“

„Kriva je loša genetika.“

Verovanje da su geni naša jedina sudbina nije naravno jedino gledište. Mnogo je onih kojih su primetili da kvalitet našeg zdravlja zavisi od načina života. Skloni smo da mislimo kako je ovo savremen pogled, ali on je zapravo vrlo, vrlo star. Jedna drevna kineska legenda govori o gospodararu ratnika, kose crne kao gar, koji je morao da pođe na opasan put preko granice svoje zemlje. Strahujući da će na granici biti zarobljen i pogubljen, probudio se jednog jutra i otkrio da je njegova divna crna kosa pobeleža kao sneg. Ostario je prerano, preko noći. Dve i po hiljade godina kasnije naša kultura uviđa da prerano starenje može biti podstaknuto činiocima kao što je stres. (Priča o crnokosom ratniku međutim ima srećan kraj: posedelog, niko ga nije prepoznao, i tako je neprimećen prešao granicu. Starost ima i svojih prednosti.)

Mnogi danas smatraju da je način života važniji od naslednih činilaca – nije važno šta vam je urođeno, nego koliko vodite računa o svome zdravlju. Evo šta bi pobornici takvog stava možda rekli o Karinom prevremenom starenju:

„Unosi previše ugljenih hidrata.“

„Kad ostarimo, na licu nam se pokaže sve što smo sami zaslužili.“

„Morala bi više da se kreće.“

„Verovatno pati od nekih duboko usađenih psihičkih problema.“

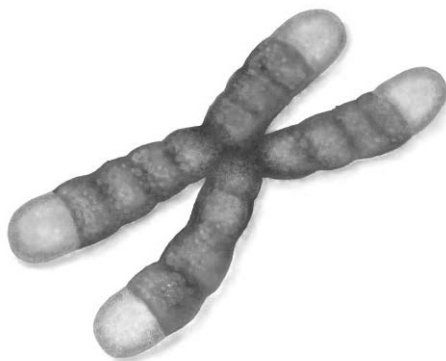
Razmotrite još jednom kako zagovornici dvaju suprotnih gledišta objašnjavaju Karino ubrzano starenje. Zagovornici prirodne predodređenosti kao da su izmireni sa sudbinom. Bilo to dobro ili zlo, mi smo već rođeni sa šifrom budućnosti upisanom u naše hromozome. Zagovornici načina života nalaze više nade u svojoj veri da se preuranjeno starenje može izbeći, ali pritom mogu da budu skloni osudi. Ako Kara prebrzo stari, podrazumeva se u njihovom stavu, sama je kriva za to.

Koje objašnjenje je tačno? Prirodna predodređenost ili način života? Oboje je ključno, zapravo, a najvažniji je njihov međuodnos. Rađate se s određenim skupom gena, ali svojim načinom života možete da utičete na njihovu ekspresiju. Pojedini činioni vašeg načina života mogu u određenim slučajevima da aktiviraju ili dezaktiviraju vaše gene. Kao što je rekao Džordž Brej, koji se bavi istraživanjem uzroka gojaznosti: „Geni napune pištolj, a uslovi života povuku okidač.“<sup>4</sup> Ove njegove reči ne važe samo za sticanje suvišnih kilograma, nego za naše zdravlje u manje-više svakom pogledu.

Pokazaćemo vam jedan potpuno drugačiji način razmišljanja o vašem zdravlju. Razložićemo vaše zdravlje do nivoa ćelija da vam pokažemo kako izgleda prerano starenje ćelija i kakvu strašnu štetu nanosi vašem telu – ali takođe i kako da ga izbegnete, i ne samo to nego i kako da ga obrnete u suprotnom pravcu. Zaronićemo duboko u genetski zadato srce ćelija, u hromozom. Upravo tu ćete naći *telomere*, kratke ponovljene nizove nukleotida na kraju vaših hromozoma. Telomere, koje se skraćuju svaki put kad se ćelije dele, učestvuju u određivanju brzine kojom će vaše ćelije stariti i vremena posle koga će umreti, u zavisnosti od toga koliko



će se brzo istrošiti. Naša i druge istraživačke laboratorije širom sveta došle su do izuzetnog otkrića da krajevi vaših hromozoma u stvari mogu da se produže, iz čega proizilazi da je starenje dinamičan proces, koji može da se ubrza ili uspori, pa u nekim pogledima čak i poništi. Starenje ne mora da bude, kao što se dugo mislilo, klizava padina niz koju se može samo naniže, ka nemoći i propadanju. Svi mi starimo, ali kako starimo umnogome zavisi od zdravlja naših ćelija.



**Telomere na vrhu hromozoma.** DNK svakog hromozoma ima na krajevima kapice od ponovljenih nizova nukleotida, svojih gradivnih jedinica, obloženih zaštitnim slojem specijalizovanih proteina. Na slici su ove kapice – telomere – svetlije i uvećane u odnosu na ostatak hromozoma, jer u stvarnim razmerama one čine nepun jedan desetohiljaditi deo DNK naših ćelija. Mada male, telomere su životno važan deo hromozoma.

Nas dve smo po struci molekularni biolog (Liz) i specijalista za psihologiju zdravlja (Elisa). Liz je ceo svoj profesionalni život posvetila istraživanju telomera i iz njenih osnovnih istraživanja rođeno je čitavo jedno novo polje naučnih saznanja. Elisa se čitavog svog radnog veka bavi psihološkim stresom i njegovim posledicama po našu fiziologiju, ponašanje i

zdravlje, te pitanjem kako da se ove posledice ponište. Snage smo udružile pre petnaest godina i zajedničkim istraživanjima podstakle čitav jedan novi pravac ispitivanja odnosa između ljudskog tela i mentalnog sklopa. Telomere, čak u meri koja je iznenadila i nas i ostatak naučne zajednice, ne sprovode prosto naređenja koja im izdaje vaša genetska šifra, nego, kako se ispostavilo, slušaju vas. Upijaju uputstva koja im vi dajete. Svojim načinom života možete, faktički, da kažete telomerama da ubrzaju ćelijsko starenje, ili obrnuto, da ga uspore. Hrana koju unosite, način na koji reagujete na emotivne izazove, mera u kojoj se krećete, psihički potresi kojima ste bili izloženi u detinjstvu, pa čak i nivo bezbednosti i susedskog poverenja u kraju u kome živite – svi ovi i drugi činioci, po svemu sudeći, utiču na vaše telomere i mogu da spreče prerano starenje na ćelijskom nivou. Ukratko rečeno, jedan od ključnih uslova za dugovekost vašeg zdravlja jeste da obavljate svoju ulogu u zdravom obnavljanju zdravih ćelija.

## **ZBOG ČEGA VAM JE POTREBNO ZDRAVO OBNAVLJANJE ĆELIJA**

Godine 1961. biolog Leonard Hejflik otkrio je da normalne ljudske ćelije mogu da obave deobu samo jedan određen broj puta pre nego što umru. Ćelije se razmnožavaju tako što stvaraju sopstvene kopije i ljudske ćelije smeštene u jednom tankom providnom sloju u laboratorijskim posudama u Hejflikovoj laboratoriji najpre bi se replicirale vrlo brzo, te je Hejfliku bilo potrebno sve više boca za kulturu koja naglo raste. U ovoj prvoj fazi ćelije su se razmnožavale toliko brzo da nije bilo moguće sačuvati sve kulture inače bi, kako se izrazio Hejflik u svojim prisećanjima, boce s kulturama

---

proterale njega i njegovog asistenta i iz laboratorije i iz čitave zgrade. Ovu mladalačku fazu deobe ćelija Hejflik je nazvao fazom bujnog rasta. Posle nekog vremena, međutim, razmnožavanje je počelo da zastaje kao da su se ćelije umorile. Najdugovekije ćelije uspele su da prođu kroz pedesetak deoba, iako je kod većine ovaj broj bio znatno manji. Na kraju su umorne ćelije prelazile u fazu biološke starosti: bile su i dalje žive, ali su trajno prestale da se dele.

Jesu li sve ćelije podložne ovoj Hejflikovoj granici? Nisu. Širom našeg tela nalaze se ćelije koje ne prestaju da se obnavljaju – među njima su ćelije imunskog sistema, ćelije kostiju, creva, pluća i jetre, ćelije kože i kose, ćelije gušterače i ćelije kojima su obloženi naše srce i krvni sudovi. Sve ove ćelije moraju stalno da se dele da bi naše telo funkcionisalo. Obnavljanje ćelija obuhvata i normalne ćelije koje mogu da se dele, progenitorske ćelije, kod kojih se deoba nastavlja još duže, i izvorne ili matične ćelije, te presudne ćelije u našem telu, koje mogu da se dele beskonačno, samo ako su zdrave. Za razliku od ćelija u Hejflikovim Erlenmajerovim bocama, ćelije u ljudskom organizmu ne dosežu uvek Hejflikovu granicu zato što sadrže telomerazu, o čemu ćete čitati u prvom poglavlju. Matične ćelije, ako su zdrave, sadrže dovoljno telomerase da mogu da nastave deobu dokle god smo živi. Upravo je to popunjavanje redova svežim ćelijama, taj *bujni rast*, razlog što Lizina koža blista, što joj se zglobovi lako savijaju, što pluća mogu punom snagom da udišu sveži vetrić koji čarlija u zalivu. Ključna tkiva i organi stalno se podmlađuju novim ćelijama. Zahvaljujući obnavljanju ćelija Liza se ne oseća kao da stari.

U izvesnom pogledu dobro je što ćelije prestanu da se dele – ako bi prosto nastavile da se beskonačno razmnožavaju, iz toga može da usledi rak. Ćelije koje se usled starosti

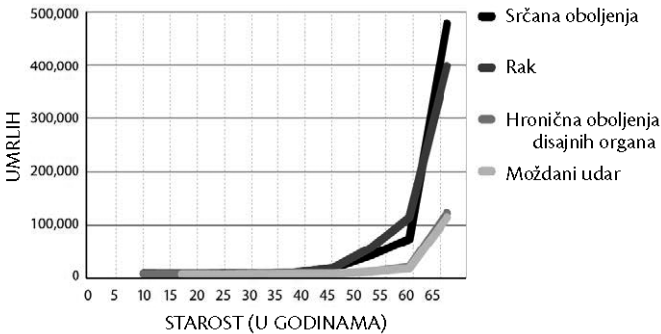
---

više ne razmnožavaju nisu, međutim, bezopasne – one su umorne i zbunjene, mešaju im se signali koje primaju od drugih ćelija i ni one njima ne šalju pravilne poruke. Nisu više u stanju da obavljaju svoj posao onako dobro kao pre. Pobolevaju. Vreme bujnog rasta za njih je okončano. Sve ovo ima korenite posledice po vaše zdravlje. Kad suviše vaših ćelija ostari, počinju da stare i tkiva. Primera radi, kad imate suviše ostarelih ćelija u zidovima krvnih sudova, arterije vam otvrdnjavaju i raste opasnost od srčanog udara. Kada imunske ćelije u vašem krvotoku, zadužene za borbu protiv zapaljenja, ostare i ne mogu da prepoznaju virus u blizini, vi postajete podložniji gripu i upali pluća. Ostarele ćelije takođe mogu da luče prozapaljenske supstance usled čijeg delovanja postajete lakša žrtva bolova i hroničnih bolesti. Na kraju će mnoge ostarele ćelije podleći programiranoj smrti.

Tako započinje životno razdoblje obeleženo bolešću.

Mnoge zdrave ljudske ćelije sposobne su za uzastopne deobe sve dok su njihove telomere (i drugi ključni gradivni elementi ćelija, kao što su proteini) funkcionalne. Posle toga, ćelije postaju ostarele. Starost na kraju može da zadesi čak i naše čudesne matične ćelije. Ova granica sposobnosti za deobu razlog je prirodnog propadanja zdravlja kod ljudi posle sedamdesete ili osamdesete godine, mada mnogi, naravno, ostaju zdravi i znatno duže. Dugovekost našeg zdravlja i dug životni vek, između osamdeset i sto godina, nadohvat su ruke nama i našoj deci.<sup>5</sup> U svetu danas živi oko trista hiljada ljudi starijih od sto godina i njihov broj se brzo povećava. Još brže raste broj onih koji požive duže od devedeset godina. Na osnovu razvoja stanja, smatra se da će trećina dece koja se trenutno rađaju u Velikoj Britaniji doživeti stotinu godina.<sup>6</sup> Koliko će, međutim, od tih sto godina biti pomračeno staračkim bolestima? Ako bismo bolje razumeli čime možemo da

utičemo na dobru obnovu ćelija, mogli bismo i u starosti da imamo pokretljive zglobove, pluća koja lako dišu, imunske ćelije sposobne za uspešnu borbu protiv infekcija, srce koje bez zastoja pumpa krv kroz sve četiri svoje komore i pretkomore i bistar, žustar mozak.



**Starenje i bolest.** Starosno doba je neuporedivo najkrupniji činilac koji predodređuje razvoj hroničnih bolesti. Na ovom grafikonu prikazana su četiri najčešća uzroka smrti (srčana oboljenja, rak, oboljenja disajnih organa, moždani udar i druge cerebrovaskularne bolesti) u starosnom dobu od šezdeset pet godina pa naviše. Stopa smrtnosti usled hroničnih oboljenja počinje da raste posle četrdesete godine, a zatim dostiže drastičan skok posle šezdesete. Preuzeto i prilagođeno iz [www.cdc.gov/injury/wisqars/leadingCauses.html](http://www.cdc.gov/injury/wisqars/leadingCauses.html).

Ponekad međutim ćelije ne prođu sve deobe kao što bi trebalo. Ponekad prerano prestanu da se dele i zapadaju u fazu starosti. Kad se ovo desi, umesto da zadovoljni i zdravi proživite osam ili devet decenija, ćelije počinju prevremeno da vam stare. Upravo to se dešava ljudima kao što je Kara, čiji grafikon zdravlja prelazi u crno dok su još relativno mladi. Godine u velikoj meri određuju kada ćemo početi

da pobolevamo, a pobolevanja odražavaju naše unutrašnje, biološko starenje.

Na početku poglavlja postavile smo pitanje: *Zašto ljudi različito stare?* Jedan od razloga je starenje ćelija. Pitanje se sada pretvara u: *Zbog čega ćelije počinju preuranjeno da stare?*

Da bismo došli do odgovora na ovo pitanje, pomislite na pertle.

## KAKO ZBOG TELOMERA MOŽETE DA SE OSEĆATE KAO DA STE STARI ILI DA OSPANETE MLADI I ZDRAVI

Znate one zaštitne plastične kapice na vrhovima pertli? Te kapice štite pertle da se ne iskrzaju i rasparaju. Zamislite sad svoje hromosome, telašca u vašim ćelijama koja sadrže genetske informacije, kao pertle. Telomere, čija dužina može da se izrazi u gradivnim jedinicama DNK nazvanim bazni parovi, tvore zaštitne kapice na kraju hromozoma i štite genetski materijal da se ne raspara. S vremenom se, međutim, telomere skraćuju.

Evo tipične putanje jedne ljudske telomere:

Uzrast	Dužina telomera (u baznim parovima)
Novorođenče	10.000 baznih parova
35 god.	7.500 baznih parova
65 god.	4.800 baznih parova

Kad se kapice na pertlama istroše, pertle postaju neupotrebljive. Možete slobodno da ih bacite. Nešto slično se dešava ćelijama. Kad telomere postanu prekratke, ćelije potpuno prestanu da se dele. Telomere doduše nisu jedini razlog starosti

---

ćelije. Postoje i drugi činioci zamora normalne ćelije, o kojima zasad još ne znamo dovoljno, ali su skraćene telomere jedan od prvenstvenih razloga, i takođe mehanizam koji upravlja Hejflikovom granicom.

Geni utiču na telomere, i na njihovu dužinu s kojom se radate, i na brzinu kojom će se istrošiti. Divna novost je međutim da su naša i druga istraživanja u svetu dokazala da vi možete da se umešate i u izvesnoj meri preuzmete odluke o tome koliko će dugačke i koliko izdržljive biti vaše telomere.

Na primer:

- Neki od nas reaguju na komplikovane situacije osećanjem ugroženosti, a takva reakcija je povezana sa skraćivanjem telomera. Na nama je da preuredimo svoj pogled na određene situacije i sagledavamo ih u pozitivnijem svetlu.
- Dokazano je da neke tehnike za održavanje zdravlja tela i duha, kao što su meditacija i čigong, umanjuju stres i povećavaju količinu telomeraze, enzima koji popunjava telomere.
- Fizičke vežbe koje jačaju kardiovaskularnu kondiciju odlično deluju i na telomere. Ovde ćemo opisati dva jednostavna programa vežbi za koja je dokazano da pomažu u očuvanju telomera, a mogu da se uklope u svaki nivo fizičke pripremljenosti.
- Telomere mrze obrađeno meso, kao što su na primer viršle, dok je sveža, zdrava hrana odlična za njih.
- Ako živite među susedima koje ne spajaju dobrosusedske veze, koji se međusobno ne poznaju i nemaju poverenja jedni u druge, to je loše po vaše telomere, i to važi bez obzira na visinu vaših prihoda.
- Deca koja su proživela više negativnih događaja ili žive pod lošim uslovima imaju kraće telomere. Ako se presele

iz sredine u kojoj su zanemarivana i zapuštena (kao što su na primer bila zloglasna rumunska sirotišta), šteta može delimično da se popravi.

- Telomere na hromozomima u jajnoj ćeliji i spermatozoidu prenose se neposredno plodu, što znači da ako su vaši roditelji imali težak život, zbog koga su im se telomere suviše skratile, mogli su takve skraćene telomere da predaju i vama. Ako mislite da vam se upravo to dogodilo, ne padajte u paniku. **Telomere mogu i da se nadograde, isto kao i da se skrate. Još nije kasno da preduzmete mere da biste stabilizovali svoje telomere. Osim toga, ovo znači da načinom života koji odaberete možete pozitivno da utičete na ćelije koje ćete predati narednom pokolenju.**

## ŠTA JE SVE POVEZANO S TELOMERAMA

Kad pomislite na zdraviji način života, zastenjete možda od pomisli na dugi spisak svega što bi trebalo da preduzmete. Neki ljudi ipak uspeju da uvedu u svoj život trajne promene pošto uvide i razumeju vezu između svojih postupaka i svojih telomera. Na putu do posla ljudi ponekad zaustave Liz da bi joj rekli: „Pogledajte, sad idem biciklom na posao – čuvam telomere da mi ostanu dugačke!“ Ili: „Prestala sam da pijem bezalkoholne napitke pune šećera. Strašno mi je kad samo pomislim koliko su škodili mojim telomerama.“

## ŠTA LEŽI PRED NAMA

Znače li rezultati naših istraživanja da ćete, ako budete čuvali svoje telomere, živeti duže od sto godina, moći da trčite



---

maraton kad vam budu bile devedeset četiri ili da nikada nećete imati bore? Ne znače. Čelije svakog ljudskog bića stare i svi ćemo mi na kraju umreti. Zamislite, ipak, da vozite auto-putem – tu su trake za bržu i trake za sporiju vožnju, i trake u sredini. Možete, svakako, da vozite najbržom trakom, jureći uz veliko ubrzanje ka životnoj fazi obeleženoj staračkim bolestima, a možete i da vozite sporijom trakom, uživajući u lepom vremenu, muzici i društvu saputnika. I, naravno, u dobrom zdravlju.

Čak i ako se trenutno vozite brzom trakom ka prevremenom ćelijaskom starenju, još možete da pređete u sporiju. Na stranicama koje su pred vama videćete kako to možete da uradite. U prvom delu knjige izložićemo nešto više o opasnostima preranog starenja ćelija i o tome kako su zdrave telomere tajno oružje protiv ovog neprijatelja. Ispričaćemo vam takođe kako je otkrivena telomeraza, enzim koji se nalazi u našim ćelijama i koji pomaže da se sačuva zaštitni omotač oko telomera.

U ostalom delu knjige videćete kako da primenite naučna saznanja o telomerama da biste pomogli svojim ćelijama, počinjući od svojih mentalnih navika, pa prelazeći na fizičke – hranu, ritam spavanja i telesne aktivnosti koji su najbolji za vaše telomere. Proširićemo zatim pogled da bismo utvrdili potkrepljuje li fizička i društvena sredina u kojoj živite zdravlje vaših telomera. Odeljci naslovljeni „Laboratorija za podmlađivanje“ sadrže praktične preporuke o tome kako da sprečite preuranjeno starenje svojih ćelija i naučna objašnjenja na kojima se te preporuke zasnivaju.

Negujući svoje telomere možete da poboljšate izgled ne samo na duži nego i na zdraviji život. Zato smo nas dve zapravo i napisale ovu knjigu. Radeći na istraživanju telomera videle smo isuviše Kara – suviše ljudi čije se telomere

prebrzo troše i koji već zalaze u period staračkih bolesti iako bi po godinama još trebalo da vrcaju od zdravlja. Postoji mnogo vrlo kvalitetnih istraživanja, sprovedenih uz podršku najboljih univerziteta i laboratorija, čiji su rezultati objavljeni u prestižnim naučnim časopisima i koja mogu da vam posluže kao smernice da biste izbegli ovakvu sudbinu. Nas dve smo mogle da čekamo da ta istraživanja sporo, mrvicu po mrvicu, pronađu svoj put do medija, časopisa i sajtova na internetu posvećenih pitanjima zdravlja, ali to bi moglo da potraje godinama, a osim toga, informacije na tom putu često, nažalost, bivaju iskrivljene, dok smo mi želele da ono što znamo prenesemo i drugima odmah – i zaista želimo da niko više ne stradava od posledica nepotrebno preuranjenog starenja ćelija.

### SVETI GRAL?

Telomere su sveobuhvatni pokazatelj mnogih životnih uticaja, podjednako onih dobrih, koji regenerišu ćelije, kao što su dobar san i telesna aktivnost, i onih zloćudih, kao što su toksični psihički pritisci, loša ishrana i razne životne teškoće. Odnos između stresa i telomera uočen je i kod ptica, riba i miševa. Otuda predlog da se dužina telomera smatra „Svetim gralom akumuliranih blagotvornih uticaja“<sup>7</sup> i koristi kao merilo sveukupnih životnih iskustava kod životinja. Kod ljudi, kao životinjske vrste, ne postoji samo jedan biološki pokazatelj akumuliranih životnih iskustava, ali su telomere svakako jedan od najkorisnijih za koje dosad znamo.

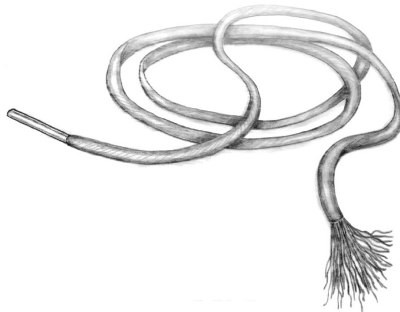
Kada zbog lošeg zdravlja gubimo ljude, gubimo veliko bogatstvo. Loše zdravlje vam često iscrpljuje sposobnost da živite kao što biste želeli. Ljudi koji ostanu zdraviji i posle četrdesete, pedesete, šezdesete i posle toga više će uživati i deliće i sa drugima ono što imaju. Njima će biti lakše da svoje vreme ulažu u nešto s više smisla – obrazovanje i odgajanje sledećih pokolenja, pružanje podrške drugim ljudima, rešavanje društvenih problema, umetnost, naučna ili tehnološka otkrića, putovanja i razmenjivanja iskustava, razvoj poslovnih poduhvata, liderstvo. Dok budete čitali ovu knjigu, saznaćete mnogo o tome kako da sačuvate zdravlje svojih ćelija. Nadamo se da će vas radovati da čujete koliko je lako produžiti zdravo razdoblje života i da ćete s radošću postaviti sebi pitanje: *Kako da iskoristim sve ove divne godine nenarušenog zdravlja?* Poslušajte poneki savet iz ove knjige i veliki su izgledi da ćete imati sasvim dovoljno vremena, energije i vitalnosti da pronađete odgovor na to pitanje.

## PODMLAĐIVANJE POČINJE OVOG ČASA

Ovog časa možete početi da podmlađujete svoje telomere – i svoje ćelije. Jedno proučavanje pokazalo je da ljudi koji umeju da se usredsrede na ono što rade imaju duže telomere od onih kojima misli lutaju.<sup>8</sup> Drugim proučavanjima utvrđeno je da su treninzi koncentracije i meditacija povezani s bolje sačuvanim telomerama.<sup>9</sup> Sposobnost usredsređenosti može se odgajati i negovati. Potrebna je samo vežba. Ovu sliku pertli datu malo niže

viđaćete tu i tamo u čitavoj knjizi i kad god je vidite – ili kad vidite svoje cipele, s pertlama ili bez pertli, zastanite i upitajte se o čemu razmišljate. Čime vam se bave misli? Ako su zaokupljene brigama ili pretresanjem uvek istih starih problema, blago podsetite sebe da treba da se usredsredite na ono što radite. A ako ne radite ništa, onda se usredsredite prosto na to što postojite.

Usredsredite se na svoje disanje, usmerite svu svest na taj jednostavni čin udisanja i izdisanja. Usredsređenost ima moć da obnavlja, svejedno da li se usredsređujete na nešto unutra – svoja čula, ritam disanja – ili nešto napolju – prizore i zvuke oko vas. Sposobnost da se usredsredite na ono što trenutno doživljavate, ili na svoje disanje, vrlo je korisna za ćelije vašeg organizma.



**Razmišljajte o pertlama.** Vrhovi pertli odlična su metafora za telomere. Što su duže zaštitne kapice na krajevima pertli, manja je opasnost da će se pertle iskrzati i rasuti. Isto tako kad je reč o hromozomima, što su duže telomere, to je manja opasnost od znakova za uzbunu u ćelijama ili stapanja hromozoma. Stapanje narušava stabilnost hromozoma i podstiče raspadanje DNK, što ima katastrofalne posledice po ćelije.

PRVI DEO

**TELOMERE:  
PUT KA DUŽOJ  
MLADOSTI**

## PRVO POGLAVLJE

# Kako zbog preranog starenja ćelija izgledate, osećate se i ponašate kao da ste stari

Postavite sebi sledeća pitanja:

1. Koliko bi mi se godina dalo po tome kako izgledam?
  - Izgledam mlađe.
  - Izgledam u skladu sa svojim godinama.
  - Izgledam starije.
2. Kako bih ocenio/ocenila svoje fizičko zdravlje?
  - Zdravlje mi je bolje nego kod većine ljudi mojih godina.
  - Zdravlje mi je kao kod većine ljudi mojih godina.
  - Zdravlje mi je gore nego kod većine ljudi mojih godina.
3. Kako se osećam u odnosu na svoje godine?
  - Osećam se mlađe.
  - Osećam se kao što i odgovara mojim godinama.
  - Osećam se starije.

---

Ovo su tri jednostavna pitanja, ali odgovori mogu da otkriju važna kretanja u vašem zdravlju i starenju. Ljudi po čijem bi se izgledu reklo da su stariji nego što jesu mogu prerano da posede i dobiju bore zbog previše skraćenih telomera. Za loše fizičko zdravlje postoje brojni uzroci, ali ako ste rano zašli u životnu fazu obeleženu bolestima koje prate starenje, to je najčešće znak da vam ćelije stare. Proučavanja pokazuju da je kod ljudi koji se osećaju starije nego što jesu zdravlje po pravilu narušenije nego kod onih koji se osećaju mlađe.

Kada kažu da se plaše starenja, ljudi obično misle da se plaše duge, otegnute faze lošeg zdravlja. Plaše se muka koje će im zadavati penjanje uz stepenice, muka posle operacije srca, muka disanja uz pomoć boce s kiseonikom; plaše se propadanja kostiju i savijene kičme, i gubitka pamćenja, koga se svi užasavamo, gubitka mentalnih sposobnosti. Plaše se takođe posledica svega ovoga, gubljenja zdravih društvenih odnosa, zavisnosti od tuđe pomoći. U stvari, starost zaista ne mora da bude dovoljno traumatična.

Ako odgovori na naša tri pitanja upućuju na to da izgledate i osećate se kao da ste stariji nego što jeste, možda je to zato što vam se telomere troše brže nego što bi trebalo i šalju vašim ćelijama znak da je vreme za ubrzano starenje. Ovakva mogućnost uliva strah, ali ne klonite duhom. Mnogo šta možete da preduzmete protiv starenja na najvažnijem, ćelijskom nivou.

Ne možete, međutim, uspešno da se borite protiv neprijatelja dok ga ne upoznate. U ovom delu knjige pružićemo vam znanja koja su vam neophodna pre nego što se otisnete u boj. Prvo poglavlje istražuje ono što se dešava pri preranom starenju ćelija. Pruža vam se pogled izbliza na ćelije koje stare i na razloge zbog kojih je starenje ćelija toliko štetno po vaše telo i vaš mozak. Otkrićete takođe zašto su mnoge najstrašnije bolesti, koje nas najgore onesposobljavaju, povezane sa

---

skraćivanjem telomera, te dakle i sa starenjem ćelija. Zatim ćete u drugom i trećem poglavlju saznati kako telomere i vrlo neobični enzim telomeraza mogu ili da podstaknu prevremeni ulazak u životnu fazu narušenog zdravlja ili da rade u korist zdravlja i mladosti vaših ćelija.

## **PO ČEMU SE ĆELIJE KOJE PRERANO STARE RAZLIKUJU OD ZDRAVIH ĆELIJA**

Zamislite ljudsko telo kao bure puno jabuka. Zdrava ljudska ćelija je kao sveža rumena jabuka. Ako u buretu ima samo jedna trula jabuka, onda nije najgore to što nju ne možete da pojedete, nego to što će početi da trule i druge jabuke oko nje. Ta trula jabuka je ostarela ćelija u vašem telu.

Pre nego što objasnimo zašto, volele bismo da se vratimo na činjenicu da ćelije u vašem telu moraju stalno da se obnavljaju da bi ostale zdrave. Ćelije koje se obnavljaju, proliferativne ćelije, žive na primer u vašem:

- imunskom sistemu;
- crevima;
- kostima;
- plućima;
- jetri;
- koži;
- folikulama dlake;
- gušterači;
- epitelu kardiovaskularnog trakta;
- glatkom srčanom mišiću;
- nekim delovima mozga, među njima u hipokampusu, centru za učenje i pamćenje.



---

Da bi ova životno važna tkiva ostala zdrava, ćelije u njima moraju da se obnavljaju. Vaše telo ima fino podešeni sistem koji procenjuje kada je potrebno da se neka ćelija obnovi; iako neko tkivo može da izgleda isto godinama, ćelije u njemu stalno bivaju zamenjivane novim, u tačno određenom broju i tačno određenom stopom. Ne zaboravite međutim da neke ćelije mogu da prođu deobu samo ograničen broj puta. Kada više ne mogu da se obnavljaju, tkivo koje čine počće da stari i loše funkcioniše.

Ćelije naših tkiva potiču od matičnih ćelija, koje poseduju čudesnu sposobnost da se pretvore u brojne vrste raznih specijalizovanih ćelija. Matične ćelije žive u nišama, svojevrsnim ložama za visoke zvanice u kojima su zaštićene i hiberniraju sve dok se za njima ne ukaže potreba. Niše su obično u samom tkivu koje će matične ćelije zameniti ili u njegovoj blizini. Matične ćelije kože žive ispod folikula dlake, neke matične ćelije srca u omotaču desne komore, a matične ćelije mišića duboko u mišićnim vlaknima. Ako je sve kako treba, matične ćelije ostaju u svojoj niši, ali ako se pojavi potreba da se tkiva obnove, matične ćelije stupaju na scenu i deobom stvaraju proliferativne ćelije, koje se takođe nazivaju i progenitorske. Ćelije nastale deobom progenitorskih ćelija pretvaraju se u specijalizovane ćelije za kojima se ukazala potreba. Ako ste se razboleli pa vam je potrebno više belih krvnih zrnaca, matične ćelije koje su se krile u kosnoj srži započeće deobu i ući u krvotok. Crevni omotač stalno se troši usled normalnih probavnih procesa, a koža se stalno peruta. Matične ćelije stalno obnavljaju ova tkiva. Ako odete na trčanje pa pokidate mišić u listu, neke matične ćelije zadužene za obnavljanje mišića podeliće se i jedna od dve novonastale ostaće udobno ugnježena u svojoj niši dok će druga postati mišićna ćelija i učestvovati u obnavljanju

---

oštećenog tkiva. Zaliha matičnih ćelija sposobnih za deobu ključ je zdravlja i oporavka posle povreda i bolesti.

Kad telomere postanu prekratke, one šalju signale koji prekidaju ciklus deobe i umnožavanja ćelija. Ćelija čiji je ciklus deobe prekinut zaustavlja se i više ne može da se obnavlja; ona postaje stara. Ako je to matična ćelija, ona se trajno povlači i neće više izaći iz svoje udobne niše bez obzira na potrebe organizma. I ostale ostarele ćelije izgubiće sposobnost da ispunjavaju svoje zadatke. Njihove dinamo-mašine – mitohondrije – ne rade više kako treba, usled čega nastaje svojevrsna energetska kriza.

DNK ostarele ćelije ne komunicira dobro s ostalim delovima ćelije i ne može da ostane čista. U ostareloj ćeliji nakupljaju se, između ostalog, grumenčici disfunkcionalnih proteina i smeđe gromuljice otpada koji se naziva lipofuksin i koji može da izazove degeneraciju makule – oboljenje mrežnjače koje uzrokuje staračko slepilo – i druge neurološke bolesti. Što je još gore, ostarele ćelije su slične trulim jabukama po tome što šalju lažne signale za uzbunu u vidu prozapaljenskih supstanci koje stižu u razne delove organizma.

U suštini sličan proces starenja odvija se u raznim vrstama ćelija, svejedno da li su to ćelije jetre, kože, folikule dlake ili ćelije u omotaču naših krvnih sudova. Postoje ipak neka odstupanja u tom procesu, koja zavise od vrste ćelija i njihovog položaja u organizmu. Ostarele ćelije u kosnoj srži ne dozvoljavaju matičnim ćelijama koje treba da obnavljaju krv i imunski sistem da se dele kao što bi trebalo ili ih navode da stvaraju neizbalansirane količine krvnih zrnaca. Ostarele ćelije gušterače mogu pogrešno da „čuju“ signale koji regulišu lučenje insulina. Moždane ćelije mogu početi da luče supstance koje uzrokuju odumiranje neurona. Mada su korenski procesi starenja uglavnom isti u svim ćelijama koje su dosad

proučavane, način na koji ćelija ispoljava starenje može da pričini organizmu različite vrste štete.

Starenje se može definisati kao *progresivno pogoršavanje funkcionalnih sposobnosti i odgovarajućih reakcija na spoljne pobude i povrede*. Ostarele ćelije ne mogu više normalno da reaguju ni na fizička ni na psihička naprezanja.<sup>10</sup> Ovaj proces je trajan i često se polako i tiho pretapa u staračke bolesti, čije se poreklo delimično može pripisati skraćivanju telomera i starenju ćelija. Da bismo malo bolje razumeli starenje i telomere, vratimo se na tri pitanja postavljena na početku poglavlja:

### **ODBACIVANJE STAROG, UVOĐENJE NOVOG: UKLANJANJE OSTARELIH ĆELIJA KOD MIŠEVA PONIŠTAVA PREURANJENO STARENJE**

Prilikom jednog laboratorijskog istraživanja praćeni su miševi genetski izmenjeni tako da im ćelije stare znatno brže nego što bi bilo normalno. Miševi su počinjali prerano da stare – gubili su mišićni tonus i masne naslage, zbog čega su izgledali izborano, srce im je slabilo, na očima se razvijala katarakta. Neki su prerano umirali od srca. Zatim su eksperimentalnim genetičkim trikom, koji nije moguće primeniti na ljudima, naučnici uklonili ostarele ćelije. Uklanjanje ostarelih ćelija poništilo je mnoge simptome prevremenog starenja. Katarakta se povukla, mišići obnovili, masne naslage popunile (zbog čega su se i bore delimično izgladile), zdrava faza života se produžila.<sup>11</sup> **Ostarele ćelije upravljaju starenjem!**

---

*Koliko bi se godina reklo da imate po tome kako izgledate?  
Kako biste ocenili svoje fizičko zdravlje?  
Kako se osećate u odnosu na svoje godine?*

## **PREURANJENO STARENJE ĆELIJA: IZGLEDATE LI STARIJI NEGO ŠTO JESTE?**

Staračke pege, seda kosa, stegnuto ili pogrbljeno držanje usled propadanja kostiju, te promene čekaju sve nas, ali ako ste nedavno bili na godišnjici mature, videli ste živi dokaz da one ne zadese svakoga u isto vreme niti se razvijaju na isti način.

Vratite se na proslavu desete godišnjice mature, kad ste svi tek bili na pragu tridesete, i videćete svoje školske drugove i drugarice u skupoj odeći i neke čija svečana odeća izgleda pomalo iznošeno. Neki se razmeću uspešnom karijerom, firmama u usponu, brojnim potomstvom, dok drugi eksiraju viski poveravajući vam svoje ljubavne jade. Možda to i ne izgleda sasvim fer, ali što se fizičkih znakova godina tiče, igra je još ravnopravna – bogati i siromašni, uspešni i oni koji se muče na profesionalnom polju, srećni i nesrećni, svi izgledaju kao da su na pragu tridesete. Kosa i ten su im zdravi, a poneko je i koji centimetar viši nego pre deset godina kada ste maturirali. Svi su još na blistavom vrhuncu zrele mladosti.

Dođite međutim na isti skup pet ili deset godina kasnije i slika će biti sasvim drugačija. Primetićete da neki vaši stari školski drugovi i drugarice zbilja počinju da izgledaju kao *stari* školski drugovi i drugarice. Pomalo su posedeli oko ušiju, kosa se povukla s čela, ten im više nije tako čist i sjajan, oko očiju su se usekle možda već poduboke bore. Poneko već ima

---

pokrupan stomak, poneko je počeo da se grbi. Kod tih ljudi je već u naletu upadljivo spoljašnje starenje.

Drugima je međutim podaren drugačiji put starenja i kako prolazi dvadesetogodišnjica, tridesetogodišnjica, četrdesetogodišnjica, postaje sve očiglednije da se lice, kosa i telo tih srećnika menjaju polako i postepeno, s mnogo elegancije. Telomere, kao što ćete videti, igraju ulogu u tome koliko će brzo godine početi da se vide na vama i hoćete li biti među onima koji „lepo stare“.

### ***Starenje kože***

Gornji sloj kože, koji nazivamo epiderm, čine ćelije koje se stalno dele i obnavljaju. Neke od ovih ćelija, nazvane keratinociti, luče telomerazu, tako da one ne ostare dotle da bi prestale da se dele, ali se ta sposobnost usporava.<sup>12</sup> Ispod ovog vidljivog sloja nalazi se derm, sloj ćelija koje se zovu fibroblasti i koje su temelj zdravog i jedrog epiderma zahvaljujući tome što luče kolagen, elastin i supstance koje podstiču rast, na primer.

S godinama fibroblasti luče manje kolagena i elastina, pa zbog toga epiderm postaje mlitav i deluje ostarelo. Manjak kolagena i elastina prenosi se naviše kroz slojeve kože i stvara izgled starosti. Ostarela koža se tanji jer gubi jastučice masnoće i hijaluronsku kiselinu, koja prirodno vlaži kožu i zglobove; istanjena koža podložnija je vremenskim uticajima.<sup>13</sup> Ostareli melanociti uzrokuju staračke pege, ali i bledilo. Ukratko rečeno, kad ostari, koža dobija onaj svima nama dobro poznat bled, pegav, zboran i mlitav izgled, uglavnom zbog toga što vremešni fibroblasti više ne pružaju potporu ćelijama epiderma.

Kod starijih ljudi ćelije kože često gube sposobnost deobe. Kad su naučnici osmotrili ćelije kože kod onih starijih ljudi kod kojih su još uvek zadržale tu sposobnost, uočili su da se te ćelije bolje brane od oksidacijskog stresa i imaju duže telomere.<sup>14</sup> Kratke telomere ne uzrokuju obavezno starenje kože, ali igraju ulogu u njemu, posebno kad je reč o starenju pod delovanjem sunca. Ultraljubičaste sunčeve zrake mogu da oštete telomere.<sup>15</sup> Petra Boukamp, stručnjak za uticaj telomera na kožu, koja radi u Nemačkom centru za istraživanja raka u Hajdelbergu, uporedila je, u saradnji sa svojim kolegama, kožu s dela tela koji je često izložen suncu – vrata – s delom tela koji se obično ne izlaže suncu – zadnjicom. Kod ćelija epiderma na vratu pokazalo se propadanje telomera usled delovanja sunca, dok kod zaštićenih ćelija na zadnjici gotovo da nije bilo vidnog propadanja telomera povezanog sa starenjem. Zaštićene od sunca, ćelije kože mogu dugo da odolevaju starenju.

### ***Propadanje kostiju***

Koštano tkivo se remodeluje tokom života, a zdrava gustina kostiju plod je ravnoteže između osteoblasta, ćelija koje grade koštano tkivo, i osteoklasta, ćelija koje ga razgrađuju. Osteoblastima su, da bi nastavljali deobu, potrebne zdrave telomere, a kad se telomere skrate, osteoblasti stare i ne mogu više da drže korak s osteoklastima. Ravnoteža se poremeti i osteoklasti vam polako nagrizzaju kosti.<sup>16</sup> Stanje se još pogoršava usled toga što kada se telomere istroše, ostarele koštane ćelije postaju podložne zapaljenjima. Laboratorijski miševi specijalno odgajeni s kratkim telomerama pate od preranog propadanja kostiju i osteoporoze;<sup>17</sup> isto se dešava s ljudima rođenim sa genetskim poremećajem zbog koga su im telomere prekratke.

### ***Posedlost***

U izvesnom smislu svi smo mi rođeni s ofarbanom kosom. Svaka vlas izrasta iz svog folikula, a građena je od keratina, koji daje belu dlaku. U folikulu se međutim nalaze i melanociti, specijalizovane ćelije koje takođe daju pigment koži kao i boju kosi. Bez ovih ćelija, koje se ponašaju kao prirodna boja za kosu, kosa ne bi imala boju. Melanocite stvaraju matične ćelije koje se nalaze u folikulima. Kada se telomere ovih matičnih ćelija istroše, ćelije ne uspevaju da se obnavljaju dovoljno brzo da bi držale korak s rastom kose i kosa sedi. Kada svi melanociti odumru, kosa postaje potpuno bela. Melanociti su osetljivi i na hemijska oštećenja i ultraljubičasto zračenje. U časopisu *Ćelija (Cell)* objavljeni su rezultati proučavanja koje je pokazalo da su kod miševa izloženih rendgenskom zračenju melanociti oštećeni i krzno posedelo.<sup>18</sup> Miševima s genetskom mutacijom koja izaziva prekomerno skraćene telomere krzno takođe prerano posedi, a kada im se obnovi lučenje telomeraze, krzno im ponovo potamni.<sup>19</sup>

Kako se normalno sedi? Kosa najmanje sedi kod Afroamerikanaca i Azijaca, dok najviše sedi kod plavokosih ljudi.<sup>20</sup> Kod najmanje polovine ljudi kosa počinje da sedi između četrdeset pete i pedesete godine, a oko devedeset posto ljudi počće da sedi pre šezdesete. U ogromnoj većini slučajeva sedi se sasvim normalno; retkost je da ljudi posede već s tridesetak godina, što je možda posledica neke genetske mutacije koja je prouzrokovala kratke telomere.

### ***Šta spoljašnji izgled govori o vašem zdravlju?***

Možda ćete pomisliti: „Meni stvarno ne smeta pokoja seda, a ni poneka pega koja mi se pojavila oko očiju nije ništa strašno. Tražite od mene da se usredsredim na pogrešna pitanja,

da cenim mladalački izgled umesto zdravlja.“ Primenbe su odlične. Između ovog dvoga uopšte nema konkurencije – zdravlje je neuporedivo važnije. Ipak, koliko spoljašnja ostarelost odražava unutrašnje zdravlje organizma? Naučnici su zatražili od posebno obučenih saradnika da procene starost određenog broja ljudi samo na osnovu njihovih fotografija.<sup>21</sup> Ispostavilo se da ljudi koji izgledaju stariji nego što jesu u proseku imaju kraće telomere, što nije nikakvo iznenađenje, s obzirom na ulogu koju telomere, po svemu sudeći, igraju u starenju kože i kose. Spoljašnja ostarelost povezana je sitnim ali zabrinjavajućim sponama sa znacima narušenog telesnog zdravlja. Ljudi koji izgledaju starije nego što jesu po pravilu su fizički slabiji, postižu slabije rezultate na testovima pamćenja, viši im je nivo glukoze u krvi i rano počinju da ispoljavaju znake kardiovaskularnih oboljenja.<sup>22</sup> Dobra vest je ipak da su razmere ovih efekata vrlo sitne. Najvažnije je zaista ono što se dešava unutar vašeg organizma, ali ako izgledate stariji nego što ste, treba na te znake da obratite pažnju – oni mogu da budu pokazatelj da je vašim telomera potrebna bolja zaštita.





## PREURANJENO STARENJE ĆELIJA: KAKVO VAM JE ZDRAVSTVENO STANJE?

Stvarnu moć skraćenih telomera da naškode vašim ćelijama i zdravlju uvidećete ako razmislite o sledećem pitanju: *Kako biste ocenili svoje telesno zdravlje?* Prisetite se opet godišnjice mature. Kad stignete do dvadesete ili tridesete godišnjice, primetićete da mnogi vaši školski drugovi i drugarice počinju da pate od bolesti koje nailaze s godinama – a tek im je četrdeset ili pedeset godina. Po godinama još nisu stari. Zašto se onda njihovo telo ponaša kao da jesu? Zašto tako mladi već zalaze u životno razdoblje obeleženo bolestima koje prate starenje?

### **Zapaljenje i starenje**

Zar ne bi bilo zanimljivo kada biste mogli da zavirite u ćelije svakog od svojih školskih drugova i drugarica i izmerite koliko su im duge telomere? Ako biste mogli, videli biste da su, u proseku, oni s najkraćim telomerama i najbolesniji, telesno najslabiji i da im se na licu vide napori borbe s dijabetesom, kardiovaskularnim i plućnim bolestima, oslabljenim imunskim sistemom, ponekad i rakom. Verovatno biste takođe otkrili da oni s najkraćim telomerama pate od hroničnog zapaljenja. Uočeno zapaljenje koje se pojačava s godinama i uzrokuje staračke bolesti vrlo je važno i naučnici ga nazivaju staračkim zapaljenjem. Reč je o zapaljenju koje neprekidno tinja i koje se s godinama akumulira. Razloga za njegovu pojavu ima više, a jedan od njih je oštećenost proteina. Oštećene telomere drugi su vrlo učestao razlog.

Kad su geni neke ćelije oštećeni ili su joj se telomere suviše skratile, ćelija zna da se njena dragocena DNK našla u opasnosti, zato se reprogramira da bi emitovala molekule koji