

edice **aliter**

Daniel M.  
**Davis**



# **TAJEMSTVÍ TĚLA**

**Kam směřuje  
moderní medicína**



edice **aliter** — svazek **82**

Daniel M.  
**Davis**

**TAJEMSTVÍ  
TĚLA**

**Kam směřuje  
moderní medicína**

Argo a Dokořán 2023

**Daniel M. Davis**  
**TAJEMSTVÍ TĚLA**  
**Kam směřuje**  
**moderní medicína**

---

Copyright © Daniel M Davis, 2021  
First published as *The Secret Body* in 2021  
by Bodley Head an imprint of Vintage.  
Vintage is part of the Penguin Random House  
group of companies.  
Translation © Pavel Pecháček, 2021

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být  
rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem  
bez předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).  
Z anglického originálu *The Secret Body: How the New Science  
of the Human Body Is Changing the Way We Live*  
přeložil Pavel Pecháček.

Odpovědný redaktor Zdeněk Kárník.  
Redakce Marie Černá.

Sazba, obálka a konverze do elektronické podoby Michal Puhač.

Ilustrace na obálce artacet iStock

Vydalo v roce 2023 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,  
Holečkova 9, Praha 5,  
dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,  
jako svou 1 242. publikaci (419. elektronická).

**ISBN 978-80-7675-155-2**

Pro Katie



## **OBSAH**

---

Poznámka pro profesionální vědce	9
Úvod	11
1 Superrozlišené buňky	27
2 Náš počátek	53
3 Hojivá síla	85
4 Vícebarevný mozek	117
5 Ti v nás	145
6 Jednotící kódy	173
7 Co to všechno znamená	199
PODĚKOVÁNÍ	203
POZNÁMKY	205
REJSTŘÍK	252

Vydej se se mnou  
na cestu pod kůži,  
společně budeme tam  
pátrat, kde bývá Pan.

**THE WATERBOYS**



## **Poznámka pro profesionální vědce**

---

Biologie člověka představuje rozsáhlou vědeckou oblast. Nic v ní, ať už vývoj, poznatky nebo jejich důsledky, není jednoduché. Všem, jejichž práci jsem sem nezahrnul nebo ji zmínil až příliš stručně, se mohu pouze omluvit. Za každým objevem stojí mnoho studentů, postdoktorandů, kolegů a spolupracovníků a každý vědecký úspěch je do určité míry společným vlastnictvím. Zejména se omlouvám všem, kdo se podíleli na výzkumech, o nichž zde mluvím, ale jež jsem nezmínil jménem. Jak bylo jednotlivých pokroků dosaženo, jsem se snažil vyličit prostřednictvím rozhovorů s mnoha vědci a informací, které jsem sám načerpal z původních vědeckých prací, ale každá kniha vypráví pouze část příběhu. I za to se v předstihu omlouvám. Nakonec bych rád dodal, že jsem v příbězích o medicíně změnil určité detaily, abych skryl identitu některých lidí, ale v ostatních ohledech jsou tyto příběhy přesné a pravdivé.



## Úvod

---

Představte si, že jste mimozemšťan vybavený mimořádně výkonným teleskopem a snažíte se zjistit, co se na Zemi odehrává. Všimnete si, že se dole hraje fotbalový zápas, ale váš teleskop není dostatečně silný na to, abyste spatřili míč. Dokážete rozeznat hřiště s brankami na obou koncích a hráče, kteří se na něm podle všeho organizovaně pohybují, ale dělá vám problémy pochopit, co přesně se děje. Zprávu o pozorování zveřejníte v *Mimozemském žurnálu pro vědu o Zemi*. Pár dalších mimozemšťanů vám e-mailem pogratuluje, ale opravdu jen pár.

Časem se mimozemské dalekohledy zdokonalí a vy uvidíte, že jeden z hráčů před jednou z branek tu a tam padá. Někdy po tom následuje mávání a davy shromážděné okolo hřiště slaví. Pořád to nedává moc smysl, ale při posezení během Mimozemského kongresu pro vědu o Zemi to rozproudí diskusi a vašemu výzkumu se přiklepe financování. Později, když už jste mnohem starší, si jedna vaše mladší mimozemská spolupracovnice povšimne něčeho obzvláště fascinujícího. Jestli dav po hráčově pádu před brankou slaví, závisí patrně na jedné věci: zda se o chvílku dříve za ním vyboulila síť. To vaši mladší kolegyni přivede na úchvatnou myšlenku.

Zatímco jiní by tento postřeh pustili z hlavy, aniž by se nad ním hlouběji zamysleli, ona uvažovala, jestli zde

náhodou neexistuje nějaký důvod, proč se síť vybouřila, a pro další úvahy mu dala pracovní název „míč“. Ten je ovšem stále příliš malý, než aby byl vidět. Zpočátku jí nevěříte, jenže postupně se vám ta myšlenka zalíbí. S míčem začne všechno ostatní dávat smysl: pohyby hráčů, síť, povzbuzování, zkrátka celá hra, a časem začnou i ostatní mimozemšťané souhlasit, že míč prostě musí existovat. Přestože ho nikdo na vlastní oči neviděl, všichni se shodnou, že existuje, protože pokud existuje, objasní se tím ohromné množství věcí. Vy, vaše kolegyně a mimozemšťané, kteří supervýkonný teleskop vynalezli, posbíráte řadu ocenění a každý se s vámi chce přátelit.

Mimozemský teleskop se může opět zdokonalit, a to natolik, že míč nakonec bude vidět. Stejně tak je ale možné, že se to nestane. Řada okolností naznačuje, že míč existuje, avšak žádný přímý důkaz k dispozici být nemusí. Na určité úrovni jistoty je totiž diskutabilní, zda vůbec lze někdy něco absolutně dokázat – například neumíme doložit, že zítra zase vyjde slunce, ačkoli velké množství důkazů říká, že ano.

Tento příběh o mimozemšťanech a sportu ukazuje, jak bylo dosaženo mnoha objevů. Vezměme si například objev planety Neptun, poprvé zpozorované v roce 1846. Badatelé pečlivě sledovali pohyb jiné planety, Uranu, a matematické výpočty vyjevily, že se kolem Slunce pohybuje po trochu jiné dráze, než by měla. Vysvětlit se to dalo tím, že dráhu Uranu vychyluje nějaká zatím neznámá planeta. Dva astronomové, Brit a Francouz, spočítali, kde by se taková planeta mohla nacházet, pokud by byla za odchylku v pohybu Uranu zodpovědná. Když potom jiný astronom namířil teleskop přesně na předpovězené místo, opravdu spatřil neznámou planetu – Neptun. Dnes předpokládáme existenci dvou substancí, konkrétně temné hmoty a síly zvané temná energie,

abychom vysvětlili pohyb hvězd a galaxií. Ani jedno zatím nebylo pozorováno.

Největší zázraky lidského těla zůstávaly téměř po celou historii oku člověka utajeny a jen stěží jsme si je byli schopni představit. Některé části naší vnitřní anatomie, jako kosti, svaly a několik hlavních orgánů, jsme odjakživa mohli dopodrobna zkoumat (ačkoli jsme se museli zavrtat kousek pod kůži), ale naprostá většina tajemství našeho těla zůstávala až poměrně donedávna předmětem hypotéz a spekulací. Dnešní chápání biologie člověka předznamenal objev buněk, umožněný vynálezem mikroskopu koncem 17. století. Objev struktury DNA v polovině 20. století znamenal další obrovský skok vpřed, jelikož objasnil, jak se genetická informace ukládá a kopíruje.

Avšak v mnohem nedávnější době se odehrála celá řada vědeckých a technologických revolucí, jež vnitřní krajiny lidského těla ozřejmují jako nikdy dřív. Některé hypotézy se potvrzují, jiné oslabují, a především se otevírá zcela nová sféra teoretických a praktických možností.

Dozvídáme se, že lidské tělo je světem obsahujícím mnoho jiných světů. Každý orgán je zvěřincem buněk a každá buňka disponuje vlastní městskou krajinou složenou z lešení, kabin a jednokolejných visutých drah, a to všechno je vytvořené z úchvatného souboru biologických stavebních materiálů: bílkovin, sacharidů, tuků a jiných chemických látek. Základní použité suroviny nejsou nijak neobvyklé (kyslík, uhlík, vodík a špetka dalších prvků), ale pokud se nevěšdně pospojují, dají vzniknout tělu, které si uvědomuje samo sebe, umí se hojit a psát poezii. Ve vesmíru neznáme nic, co by se nám podobalo. A třeba ani nic takového neexistuje. Bezpochyby není nic hlubšího a poučnějšího než pochopit, jak fungujeme. A nové nástroje

a metody, od mikroskopů po komplexní datové analýzy, nám toto pochopení umožňují a jednotlivé vrstvy objasňují jako nikdy dřív.

Rostoucí vliv na naše životy má samozřejmě veškeré vědecké poznání, ale nic nás neovlivňuje tak hluboce a tak přímočaře jako nové objevy týkající se lidského těla. Příklady je nespočet: díky analýze genů lépe rozumíme vlastní individualitě, činnost mozkových buněk napovídá, jak se ukládají vzpomínky, neznámé struktury nalezené v buňkách přinesly nové podněty v medicíně a molekuly objevené v krvi mění náš pohled na duševní zdraví.

Tato kniha zkoumá nové průlomky v biologii člověka, které jsou nejspíše pro naši budoucnost stěžejní. Za důležitou lze pokládat v podstatě jakoukoli hranici vědeckého poznání, avšak zde budeme uvažovat o šesti frontách, jež jsou nesporně vzrušující a obzvlášť zásadní: jsou to buňka, embryo, orgány a tělní soustavy, mozek, mikrobiom a genom. S některými z těchto témat jste se mohli setkat už dříve, ale i tak snad v této knize najdete nové detaily, které v nedávné době vyšly najevo a které radikálně mění naše znalosti a schopnosti. O jiných tématech jste možná ani neslyšeli, ale i ona jsou stejně zásadní a převratná jako ta, která figurují na titulních stránkách médií. Na každé hranici si povíme, jak by nové objevy mohly změnit (nebo už změnily) náš každodenní život, o schopnostech a aspiracích lidstva nemluvě. Shromážděním těchto témat na jednom místě chceme předvést, že se nacházíme na počátku ohromných, dalekosáhlých změn životního stylu. V dohledné budoucnosti na nás nebudou mít největší dopad samořiditelné vozy ani roboti, nýbrž nové poznatky o biologii člověka.

Současný výzkum lidské biologie připomíná revoluci, která proběhla ve fyzice na konci 19. století. V roce 1887

přišel německý vědec Heinrich Hertz na způsob, jak vytvořit „záhadné elektromagnetické vlny, jež nelze vidět prostým okem“. V souladu s teorií, kterou dříve rozvinul James Clark Maxwell, Hertz ukázal, že světlo je pouze jedním typem elektromagnetické vlny a že existují další, které nevidíme. Dnes víme, že k nim patří rentgenové paprsky a rádiové vlny. Tehdy nebylo ani zdaleka jasné, jaké praktické důsledky by to mohlo mít, budou-li vůbec nějaké. Hertz zemřel v roce 1894 v šestatřiceti letech. Nemohl předvídat, že jeho výzkum nakonec povede ke vzniku rádia, televize a internetu. Stejně tak nás, naše děti a naše vnoučata dnes začínají ovlivňovat objevy učiněné při zkoumání lidského těla, a to ve více ohledech, než jsme si kdy uměli představit.

Tato kniha je také o tom, jakým způsobem věda odhaluje tajemství těla, o příbězích lidí i o technologiích, které to vše v zákulisí pohánějí. Na příkladu mimozemšťanů jsme viděli, že při objevování fotbalového míče bylo klíčové zdokonalení teleskopu. Stejně tak nové technologie často nabourávají obecně přijímané znalosti o lidském těle a zasluhují se o následný pokrok. Nové vědecké nástroje a metody naše životy sice ovlivňují méně nápadně, přesto v podobně zásadní míře jako mobilní telefony a sociální média.

S použitím jednoduchého mikroskopu spatřil Robert Hooke v roce 1665 uvnitř kousků korku nepatrné komůrky, které nazval buňky. Pomocí dnešních mikroskopů můžeme pozorovat, jak z buňky vystřelují výběžky, sítě a balíčky molekul, jak se buňky pomalu pohybují v našich tkáních a orgánech. Můžeme být svědky činnosti enzymů a genů, když se v buňkách zapínají a vypínají. Dnešní mikroskopy jsou de facto nanoskopy, neboť dokážou lidské tělo zobrazit v rozlišení několika miliardtin metru.

Vedle získávání nových úžasných informací o fungování buněk tyto objevy také radikálně přetvářejí naši schopnost manipulovat s tělem. V mé laboratoři jsme novými typy mikroskopů pozorovali schopnost imunitních buněk detekovat rakovinné buňky a zabít je. Sledování těchto procesů na molekulární úrovni nám pomáhá pochopit, jak imunitní buňky rozpoznávají buňky rakovinné, a naopak jak se rakovinné buňky snaží vyhnout polapení, což inspirovalo nové možnosti využití v medicíně. V současnosti probíhá přes 3 000 klinických pokusů, v nichž se testují nové léky proti rakovině, které fungují na bázi zapínání nebo zesilování odezvy imunitních buněk vlastních těla. Na týchž nástrojích a technikách stojí i naše chápání, jak různé imunitní buňky reagují na covid-19 a jak se tyto reakce u jednotlivých lidí liší. Pokud se s příchodem covidu-19 posunula nějaká oblast vědy do centra dění, byla to biologie člověka. Vše, o čem se v této knize budeme bavit, od chápání imunitního systému po lidskou mysl, se týká také nezbytných znalostí o tomto viru i o tom, který přijde po něm.

Přestože nové mikroskopy odhalují nejrůznější detaily a přinášejí rozmanité příležitosti, mají společný problém. Jeden druh mikroskopu sice umí detaily zachytit nejlépe, ale trvá dlouho, než se tak přesný obraz přenese, takže k pozorování pohybu molekul je vhodnější jiný typ mikroskopu, byť méně přesný. Třetí typ zase obětuje přesnost i pohyb, aby poskytl širší obraz: když se například potřebujeme podívat spíše na řez orgánem než na miniaturní oblast uvnitř jedné buňky. Naprosto odlišný pohled na tělo oproti tomu poskytují matematické analýzy a počítačové simulace, a stejně tak analýzy genové aktivity nebo hladiny bílkovin v konkrétní buňce a podobně. Pokoušet se takto porozumět lidskému tělu připomíná snahu docenit *Monu Lisu* pečlivým zkoumáním



detailu hnědé duhovky jejího levého oka. Přestože je to úžasné, celá *Mona Lisa* to není. Dokonce ani celá *Mona Lisa* není celou *Monou Lisou*: význam obrazu se změní, když se seznámíte s jeho peněžní hodnotou, s životem Leonarda da Vinciho nebo s tím, jak se obraz odlišuje od jiných portrétů vytvořených v 16. století. Existuje nesčetně způsobů, jak *Moně Lise* porozumět, a existuje nesčetně způsobů, jak porozumět sami sobě.

Složitost lidského těla znamená, že jej lze odhalovat pouze kousek po kousku, nástroj po nástroji. Stejně jako odborník na víno hodně získá, když bude znát chemické procesy podmiňující různé kvality nápoje, může i každý úhel pohledu na tělo obohatit ty ostatní. Nicméně každý vědecký nástroj, od mikroskopu po matematiku, a každý aspekt těla, od mozku po mikrobiom, vyžaduje natolik hluboké odborné znalosti, že se to většinou neděje: máme sklon lidské tělo studovat v samostatných jednotkách, přičemž každá komunita je od těch ostatních odloučená specializovaným slovníkem symbolů a zkratk nezbytných ke sdělování jemných rozdílů. Badatelské komunity se soustředí na jeden druh vědeckého nástroje nebo jednu specifickou část těla, například konkrétní typ buňky. Tématem pro dalšího odborníka se pak stává, jak spolu odlišné druhy buněk komunikují. I jednoduché formy pozemského života, například jednotlivá bakterie, se dnes vzácně zkoumají jako celek, a lidské tělo je samozřejmě nesrovnatelně složitější. Deník *The Times* už v roce 1890 napsal, že aktuální vědomosti „jsou příliš rozsáhlé, než aby byly zvladatelné“. Odborníkem na celek dnes není nikdo, ať jde o cokoli.

Tomu či onomu specializovanému tématu týkajícímu se lidského těla se věnuje mnoho knih. Záměrem té naší je propojit šest klíčových oblastí současného biologického

výzkumu, jimiž se vědci obvykle zabývají odděleně, udělat si obrázek o celém těle a nevnímat jen to, co nám prozrazují nové vědecké poznatky, ale i jejich celkový význam.

To je ale těžké. Poněvadž se objem znalostí tak nesmírně rozrostl, museli jsme se smířit s tím, že o svém vlastním těle budeme uvažovat specifickým způsobem, stejně jako se fyzici musí smířit s tím, že se světlo popisuje jako vlnění, částice nebo jen matematickými symboly. Jelikož je lidské tělo složitější, než jde zachytit slovy nebo diagramy, je téměř všechno, co najdete v učebnici, jen přibližným vyjádřením či fragmentem celku. Čím podrobněji kupříkladu zkoumáme lidské buňky, tím obtížnější je stanovit, co to buňka doopravdy je. Buňky si mohou například vyměňovat genetický materiál nebo přímo sdílet své vnitřní části a některé se spojují do superbuněk. Určit, kde jedna buňka končí a jiná začíná, je stále obtížnější. A jelikož je nesnadné definovat buňky, přestává být jasné i zdánlivě jednoduché pravidlo, že se veškerý život skládá z buněk. Detailnější znalosti jedné části občas vedou k horšímu porozumění celku.

Když se mimozemšťané v našem příkladu snažili pochopit kopanou, byl pro ně objev míče pouze začátkem. S hrou toho ale souvisí mnohem víc: odlišné schopnosti hráčů, použitá taktika, ofsajdová pravidla, ofsajdová past, penaltový rozstřel, ligová tabulka, vyřazovací zápasy, přestupový trh s hráči, prodej televizních práv, vliv sportovních hrdinů na to, jak si děti hrají na školním hřišti, dopravní zácpy po důležitém ligovém utkání... Všechno je nesmírně komplexní – fotbal, *Mona Lisa*, a zejména člověk.

Musíme se to však snažit všechno obsáhnout. Výsledkem výzkumu totiž není pouze čím dál detailnější povědomí o fungování těla, jaké by se dalo zachytit na stále komplikovanějších učebnicových diagramech. Nové znalosti mají

také obrovský vliv na to, jak o sobě přemýšlíme a jaký narativ našim životům propůjčujeme. Kdysi se například věřilo, že je tělo ovládáno čtyřmi tělesnými šťávami (krví, žlutou žlučí, černou žlučí a hlenem) a že nemoc je důsledkem jejich nerovnováhy. Skutečná příčina chorob je samozřejmě mnohem složitější než nerovnováha šťáv, avšak cestu k jejímu dnešnímu chápání otevřel teprve v 60. letech 19. století jeden z největších objevů lidstva – existence choroboplodných zárodků. Pro dnešního člověka je velmi těžké představit si, jaký to byl pocit trpět nerovnováhou šťáv, ale můžeme si být jisti, že dřív to lidé věděli. Když kdysi někdo slyšel hlasy, vykládali jsme si to jako důležitý vzkaz od nadpřirozených bytostí nebo jako vliv magie. Dnes vyprávíme odlišný příběh, v němž figuruje lidský mozek a psychóza.

V nedávné době jsme zjistili, že za všechny nemoci nejsou zodpovědné mikroorganismy. Rakovina se rozvine, když tělesné buňky ztratí schopnost regulace a začnou se nadměrně dělit. Proto si dáváme pozor na všechny faktory, o nichž víme, že přispívají ke zhoršení zdraví: přílišný pobyt na slunečním světle, radioaktivitu, chemické karcinogeny a další věci, které mohou buňky popostrčit směrem k rakovině. S mikroby toho nemají mnoho společného ani alergie. Přemýšlení o alergiích nás přivedlo k dalším úvahám o zdraví a nemocích, například k představě, že určitá míra kontaktu s mikroby v dětství může mít důležitý podíl na trénování našeho imunitního systému: říká se tomu hygienická hypotéza. Pochopení příčin různých druhů nemocí nepochybně vneslo do medicíny nové podněty, ale také změnilo naše uvažování o těle a prostředí. To, jak vnímáme vystavení pokožky slunečním paprskům nebo vyrůstání na farmě, se změnilo s relativně nedávným objevem, že jedno může být škodlivé, kdežto druhé prospěšné.

Vliv vědy na naše životy je dalekosáhlý a přesahuje otázky nemoci a medicíny. Nástup evoluční teorie kupříkladu změnil to, jak vnímáme vlastní původ. Skutečnost, že ohromnou část DNA sdílíme se šimpanzi, a dokonce i s octomilkou, nás hluboce spojuje s veškerým životem na Zemi. Jsou i praktičtější příklady. Porozumění hormonům mění náš přístup k teenagerům a znalosti následků traumatu a deprivace ovlivňují, jak bojujeme se zločinem. Neexistuje takřka žádná stránka života, kterou by nerámovalo vědecké poznání toho, co se odehrává na hlubší úrovni.

Alice (není to její skutečné jméno) přišla v pěti letech o matku, která náhle zemřela na srdeční příhodu. Alice vyrůstala v 80. a 90. letech a bombardovaly ji reklamy na nejrůznější produkty, jež údajně pomáhají udržovat nízkou hladinu cholesterolu a předcházet infarktu. Alice byla i bez toho plná obav, že zemře mladá, a reklamy k tomu jenom přispěly.

Jednoho dne jí přišel dopis z nemocnice, kde nikdy nebyla. V dopise se psalo o zdravotním stavu jiného jejího příbuzného, který nedávno přežil srdeční příhodu. Dva infarkty u mladých lidí z téže rodiny jsou velkou vzácností, a tak se lékaři zaměřili na možné příčiny. Vyšlo najevo, že oba infarkty i jiné zdravotní potíže v rodině téměř jistě souvisejí s genetickou odchylkou. Analýza krve Aliciných příbuzných odhalila specifickou mutaci. V dopisu se lékaři Alice ptali, jestli by nechtěla zjistit, zda tento problém zdědila i ona.

Rozhodnutí bylo pro Alici obzvlášť těžké, poněvadž vědecké detaily byly (a stále jsou) vágní. Nebylo přesně jasné, jak vysoká je míra rizika zapříčiněná genetickou mutací, která se v její rodině vyskytovala. Problémy se srdcem se objevily u lidí s několika odlišnými mutacemi v dotyčném genu, ale relativní riziko každé z nich, tedy jestli se s některými