

7

BOLEST

ODVRÁCENÁ TVÁŘ PLASTICITY

Přejeme-li si zdokonalit své smysly, neuroplasticita je požehnáním; pracujeme-li však ve službách bolesti, může být plasticita prokletím.

Naším průvodcem po světě bolesti bude jeden z nejzajímavějších neuroplastiků vůbec – V. S. Ramachandran. Vilayanur Subramanian Ramachandran se narodil v Madrásu v Indii. Je to neurolog s hinduistickým kulturním pozadím a při svém vypořádávání s dilematy dvacátého století se hrdě hlásí k vědě století devatenáctého.

Ramachandran je vystudovaný lékař, odborník na neurologii, který si doplnil titul Ph.D. z psychologie na Trinity College v Cambridge. Setkali jsme se v San Diegu, kde vede Centrum mozku a kognice na Kalifornské univerzitě. „Rama“ má černé, vlnité vlasy a nosí černou koženou bundu. Má dunivý hlas. Mluví s britským přízvukem, ale když se rozčílí, jeho r připomíná víření bubnů.

Zatímco řada neuroplastiků se snaží pomáhat lidem v rozvinutí nebo znovuzískání určitých dovedností – čtení, pohyb nebo překonání poruch učení – Ramachandran využívá plasticitu k opětovnému uspořádání obsahu našich myslí. Ukazuje, že si můžeme přeorganizovat mozek pomocí relativně krátké, bezbolestné léčby, která využívá představitost a vnímání.

Jeho ordinace není plná supermoderních zařízení, ale spíše jednoduchých přístrojů z devatenáctého století, malých vynálezů, které činí vědu přitažlivou i pro děti. Je tu stereoskop, optický nástroj, který promění dvě zobrazení stejného výjevu tak, že vypadají trojdimenzionálně. Je tu magnetické zařízení, které se kdysi používalo k léčbě hysterie, několik zrcadel připomínajících zábavní labyrinty, starobylé lupy, zkameněliny a konzervovaný mozek adolescenta. Je tu také Freudova busta, obrázek Darwina a několik výtvorů smyslného indického umění.

Tohle může být ordinace jediného člověka, Sherlocka Holmese moderní neurologie, V. S. Ramachandrana. Je to detektiv, jenž řeší záhady – jednu po druhé, jako by vůbec nevěděl, že moderní vědy se teď zmocnily velké statistické studie. Věřící, že individuální případy obsahují vše, co může být pro vědu přínosem. Říká mi: „Představte si, že bych měl před skeptickým vědcem prezentovat prase s tím, že umí mluvit anglicky. Potom bych mávnul rukou – a prase by mluvilo anglicky. Mělo by pak pro skeptika nějaký smysl polemizovat se mnou: ‚Jenže to je jen jedno prase, Ramachandrane. Ukaž mi jiné a já ti možná uvěřím!‘“

Ramachandran opakovaně prokázal, že vysvětlování neurologických „podivností“ může vrhnout světlo na fungování normálních mozků. „Nenávídím davy ve vědě,“ říká mi. Nenachází zalíbení ani ve velkých vědeckých

shromážděních. „Říkám svým studentům, když chodíte na tyhle schůze, všimněte si toho, kam na nich všichni směřují, abyste se vy sami mohli vydat opačným směrem. Nikdy se nepodbízejte úspěšnému hlavnímu proudu.“

Ramachandran mi vypráví, že od svých osmi let se začal vyhýbat sportům a zábavě a postupoval od jedné vášně k druhé: paleontologie (v tomto oboru nashromáždil vzácné fosilie), konchologie (studie schránek měkkýšů), entomologie (má zvláštní zálibu v broucích) a botanika (pěstoval orchideje). Celý jeho životopis je rozptýlený po jeho ordinaci v podobě překrásných přírodních objektů – fosilií, ulit, hmyzu a květin. Svěřil se mi, že kdyby se nestal neurologem, byl by archeologem a zkoumal by starověkou Sumerskou říši, Mezopotámii nebo údolí Indu.

Tyto v podstatě viktoriánské zájmy prozrazují jeho slabost pro vědu toho období, zlatý věk taxonomie, kdy se učenci toulali po celém světě, prostřednictvím pouhého oka a darwinovské detektivní práce katalogizovali přírodní variace i výstřednosti a utkávali z nich rozsáhlé teorie, které vysvětlovaly velká témata živého světa.

Ramachandran přistupuje k neurologii tímtež způsobem. V počátcích svého výzkumu vyšetřoval pacienty, kteří prožívali duševní klamy. Studoval lidi, kteří po úrazech mozku začali věřit, že jsou proroci, a jiné, trpící Capgrasovým syndromem, kteří věřili, že jejich rodiče a partneři jsou podvodníci, přesné repliky jejich skutečných milovaných. Studoval optické klamy a slepé skvrny na oku. Jak zkoumal, co přesně se při té které nemoci odehrává – obvykle bez použití moderních technologií – vrhal nové a nové světlo na způsob, jakým funguje normální zdravý mozek.

Říká mi: „Opovrhuji komplikovaným, luxusním vybavením, protože zabere spoustu času naučit se s ním zacházet, a mně vždycky připadá podezřelé, když je cesta mezi surovými daty a konečným závěrem příliš dlouhá. Dává nám to mnoho příležitostí ke zfalšování dat a lidské bytosti, jak známo, rády klamou sebe sama, ať už jsou to vědci, nebo ne.“

Ramachandran vytahuje velkou krychlovou krabici se stojícím zrcadlem uvnitř, která vypadá jako dětská kouzelnická pomůcka. S použitím téhle krabice a svého hlubokého pochopení plasticity vyřešil tento člověk stovky let starou záhadu fantomových údů a chronické bolesti, kterou plodí.

Existuje celá spousta bolestí, které nás pronásledují a mučí z důvodů, kterým nerozumíme a které přicházejí neznámo odkud – bolesti bez zpáteční adresy. Lord Nelson, britský admirál, přišel o pravou paži při útoku na Santa Cruz de Tenerife v roce 1797. Krátce nato, zdůrazňuje Ramachandran,

začal živě pociťovat přítomnost své paže, fantomového údu, jež cítil, ale neviděl. Nelson z toho vyvodil, že jde o „přímý důkaz existence duše“, neboť když může paže existovat i po odnětí, může i celá lidská bytost existovat poté, co je tělo sprovedeno ze světa.

Fantomové údy jsou nepříjemná záležitost, protože u devadesáti pěti procent lidí po amputaci dávají vzniknout chronické „fantomové bolesti“, která trvá často po celý zbytek života. Jak se ale zbavit bolesti v orgánu, který neexistuje?

Fantomové bolesti souží vojáky po amputacích i lidi, kteří přišli o končetiny při nehodách, jsou však rovněž součástí větší skupiny tajemných bolestí, které mátlý lékaře po celá tisíciletí, protože neměly v těle známou příčinu. Dokonce i po rutinních chirurgických zákrocích zůstávají některým lidem stejně záhadné pooperační bolesti, kterých se už do smrti nezbaví. Vědecká literatura o bolesti zahrnuje příběhy žen, které trpěly menstruačními křečemi nebo porodními bolestmi *i poté*, co jim byla vyoperována děloha, mužů, kteří stále cítili bolest *i po* odříznutí vředu *i* jeho nervu, nebo lidí, kterým zůstala chronická rektální nebo hemoroidní bolest *i po* odstranění konečníku. Najdeme příběhy lidí po operačním odstranění močového měchýře, kteří stále pociťují naléhavé, bolestivé chronické nucení k močení. Tyto epizody můžeme pochopit jen tehdy, uvědomíme-li si, že jde rovněž o fantomové bolesti, výsledek „amputace“ vnitřních orgánů.

Normální bolest, „akutní bolest“, nás upozorňuje na zranění nebo onemocnění tím, že vysílá signály do mozku a říká: „Na tomhle místě jsi zraněný – všímej si toho.“ Někdy však může poranění poničit jak naše tělesné tkáně, tak *i nervy* v našem systému bolesti a výsledkem je „neuropatická bolest“, která nemá žádnou objektivní příčinu. Naše mapy pro bolest jsou poničené a vysílají nepřetržité falešné popluchy, což nás nutí věřit, že problém je v našem těle, přestože ve skutečnosti je pouze v našem mozku. Dlouho po uzdravení těla vysílá systém bolesti stále své signály – akutní bolest si vyvinula posmrtný život.

\* \* \*

Fantomový úd jako první pojmenoval Silas Weir Mitchell, americký lékař, jenž pečoval o raněné u Gettysburgu a zaujala ho celá epidemie fantomů. Zraněné paže a nohy vojáků z občanské války často postihovala gangréna a v době před nástupem antibiotik bylo jediným způsobem, jak vojákovi zachránit život, amputovat končetinu dříve, než se gangréna rozšíří. Zotavující

se vojáci začali brzy hovořit o tom, že se jejich končetiny vrací, aby je strašily. Mitchell nejprve pojmenoval jejich zkušenosti jako „smyslové přízraky“ a později přešel k názvu „fantomové údy“.

Tyto končetiny mohou někdy být velmi životné. Pacienti, kteří přišli o paže, je někdy cítí gestikulovat, když mluví, mávat přátelům na pozdrav nebo spontánně sahat po zvonícím telefonu.

Několik málo lékařů si myslelo, že fantomy jsou výsledkem toužebných myšlenek – popřením bolestné ztráty končetiny. Většina se však domnívala, že nervová zakončení na pahýlu ztracené končetiny jsou stimulována nebo drážděna pohybem. Někteří lékaři zkoušeli pracovat s fantomy u několikanásobných amputací tak, že víc a víc zkracovali pahýly – a nervy – a doufali, že se fantom vytratí. Po každé operaci se však bolesti vrátily.

Ramachandrana zajímaly fantomové bolesti už od studia lékařství. Potom si v roce 1991 přečetl článek Tima Ponse a Edwarda Tauba o posledních operacích opic ze Silver Spring. Vzpomeňme si, že Pons mapoval mozky opic, jejichž veškeré příchozí smyslové informace z paží do mozku byly odstraněny deafferentací, a zjistil, že mozková mapa paže, místo aby vymizela, zůstala aktivní a nyní zpracovávala vjemy přicházející z obličeje – což se vlastně dalo očekávat, protože – jak ukázal Wilder Penfield – mapa ruky a obličeje spolu sousedí.

Ramachandran si hned pomyslel, že plasticita by mohla vysvětlit fantomové údy, protože Taubovy opice mají některé společné rysy s pacienty s fantomovými pažemi. Mozkové mapy opic i pacientů byly zbavené podnětů z končetin. Bylo možné, že obličejové mapy lidí po amputacích pronikly a zabraly mapy jejich chybějících paží, takže když se dotkneme pacientova obličeje, pocítí svou fantomovou paži? A dál uvažoval Ramachandran o tom, kde cítily Taubovy opice dotek, když se jim pohládila tvář – na tváři, nebo na své „deafferentované“ paži?

Tom Sorenson (pseudonym) měl pouhých sedmnáct let, když přišel o paži při automobilové nehodě. Jak ho náraz vymrštil do vzduchu, ohlédl se a uviděl svou paži, utrženou od těla, jak stále svírá polstrování sedadla. To, co z jeho paže zbylo, muselo být amputováno kousek nad loktem.

Asi o čtyři týdny později si začal uvědomovat fantomový úd, který dělal spoustu věcí, jaké dělávala jeho paže. Reflexně se natahoval, aby zabránil pádu, nebo aby pohládl Tomova mladšího bratříčka. Tom měl i další symptomy včetně jednoho, který mu opravdu vadil. Na fantomové ruce měl místo, které ho svědilo, a on se na něm nemohl poškrábat.

Ramachandran slyšel o Tomově amputaci od kolegů a požádal ho o spolupráci. Aby otestoval svou teorii, že fantomy způsobují přepojené mozkové mapy, zavázal Tomovi oči. Potom hladil různé části Tomovy horní poloviny těla vatovou tyčinkou a ptal se Toma, co cítí. Když došel až k tváři, řekl mu Tom, že cítí dotek na tváři, ale i ve své fantomové paži. Když Ramachandran pohladil Tomův horní ret, cítil Tom dotek na horním rtu, ale také na ukazováku fantomové ruky. Ramachandran zjistil, že když se dotýká různých částí Tomovy tváře, Tom pociťuje doteky v různých částech své fantomové ruky. Když Ramachandran kápl na Tomovu tvář kapku teplé vody, cítil tenký pramínek téct jak po své tváři, tak i po fantomové paži. Potom, po nějaké době experimentování, Tom zjistil, že se může konečně poškrábat na svědící ruce, která ho tak dlouho trýznila, když se poškrábe na bradě.

Po úspěchu s vatovou tyčinkou přešel Ramachandran k supermoderní technologii – snímkování mozku zvanému MEG, magnetoencefalografie. Zmapoval Tomovu paži a ruku a výsledný snímek potvrdil, že Tomova mapa ruky je teď používána ke zpracování vjemů z obličeje. Jeho mapy ruky a obličeje se slily v jednu.

Ramachandranův objev v případě Toma Sorensona byl zpočátku mezi klinickými neurology, kteří pochybovali, že by mozkové mapy byly plastické, považován za kontroverzní, dnes je však široce přijímán. Studie mozkových snímků od německého týmu, s nímž spolupracuje Taub, rovněž potvrdily vzájemný vztah mezi rozsahem plastické změny a stupněm fantomové bolesti, kterou lidé pociťují.

Ramachandran má silné podezření, že jedním důvodem, proč dochází k invazím v mapách, je, že mozek nechává „vyklíčit“ nové spoje. Věří, že **dojde-li ke ztrátě části těla, její přeživší mozková mapa „hladoví“ po příchozí stimulaci a uvolňuje činitele nervového růstu, které vybízejí neurony ze sousedních map, aby k nim vyslaly miniaturní výhonky.**

Tyto výběžky se za normálních okolností napojují na podobné nervy; hmatové nervy se spojují s jinými hmatovými nervy. Ovšem naše pokožka přenáší daleko víc než jen dotek; obsahuje různé receptory, které se zaměřují na teplotu, chvění a také bolest a z nichž každý má svá vlastní nervová vlákna vedoucí až do mozku, kde mají své vlastní mapy, z nichž některé leží velice blízko u sebe. Protože nervy pro hmat, teplotu a bolest leží tak těsně u sebe, po zranění může někdy dojít k chybám překřížením. A tak se Ramachandran zamýšlel: může člověk, kterého se dotkneme, v případech překřížení cítit bolest, nebo teplo? Může někdo, koho se jemně dotkneme na tváři, cítit bolest ve fantomové paži?

Dalším důvodem, proč jsou fantomy tak nevypočitatelné a způsobují tolik potíží, je skutečnost, že mozkové mapy jsou dynamické a neustále se mění: i za normálních okolností, jak prokázal Merzenich, mají obličejové mapy sklon se po mozku mírně přesouvat. Fantomové mapy se pohybují, protože jejich vstupní informace se tak radikálně změnily. Ramachandran a další – mezi nimi i Taub a jeho kolegové – pomocí opakovaného snímkování mozkových map ukázali, že obrys fantomů a jejich map se v mozku neustále mění. Ramachandran je přesvědčen, že **jednou z příčin, proč lidé začínají trpět fantomovými bolestmi, je to, že ztratí-li tělo končetinu, její mapa nejenže se zmenší, ale dochází v ní také k dezorganizaci, a tak přestává správně fungovat.**

Ne všechny fantomy jsou bolestivé. Poté, co Ramachandran publikoval článek o svých objevech, lidé po amputacích ho začali vyhledávat. Několik lidí s amputovanými dolními končetinami se mu svěřilo, značně stydlivě, že když mají sex, mnohdy pocítují své orgasmy i ve fantomových končetinách a nohách. Jeden muž se mu dokonce přiznal, že protože jeho dolní končetina je o tolik větší než jeho pohlavní orgány, i jeho orgasmus je „mnohem větší“ než býval. Přestože dříve by takovým pacientům nikdo nenaslouchal s tím, že mají asi příliš bohatou fantazii, Ramachandran tvrdí, že tato sdělení dávají z neurovědeckého hlediska dokonalý smysl. Penfieldova mozková mapa zobrazuje oblast genitálií vedle oblasti nohou, a protože nohy už nedostávají žádné informace, je velmi pravděpodobné, že mapa genitálií se rozšíří na úkor mapy nohou, takže když genitálie prožívají rozkoš, pocítují ji i fantomové nohy. Ramachandran se dokonce zamýšlel nad tím, jestli erotické zájmy některých lidí o nohy či fetiše spojené s nohami nemohou pocházet právě z blízkosti nohou a genitálií v mapě mozku.

A erotickým záhadám ještě není konec. Italský lékař dr. Salvatore Aglioti psal o tom, že některé ženy po amputaci prsu prožívají sexuální vzrušení, jsou-li stimulovány jejich uši, klíční a hrudní kosti. Všechny tři tyto oblasti těla leží na mozkové mapě v blízkosti oblasti bradavek. Někteří muži s rakovinou penisu, kterým musel být penis amputován, pocítují nejen fantomové penisy, ale také fantomové erekce.

Jak Ramachandran vyšetřoval další a další lidi po amputacích, přišel na to, že asi polovina z nich má nepříjemné pocity, jako by jejich fantomové údy byly zmrzlé, nehybně visely v ochromené pozici nebo byly uvězněné v betonu. Jiní měli pocit, jako by za sebou tahali nějakou zátěž. A nejenže se v čase zastavují obrazy ochrnutých končetin, ale v některých děsivých

případech dochází i k fixaci samotných muk ztráty končetiny. U některých vojáků, kterým v rukách vybuchl granát, se vyvinula fantomová bolest, která donekonečna opakovala příšerný okamžik exploze. Ramachandran se setkal se ženou, které amputovali omrzlý palec ruky a jejíž fantom do toho místa „vytesal“ trýznivé bolesti omrzliny. Lidi mučí fantomové vzpomínky na gangrénu, zarostlé nehty na palcích u nohou, puchýře nebo řezné rány pociťované v končetině dříve, než o ni přišli, zvláště pokud tato je bolest trápila právě před amputací. Podobná muka prožívají pacienti ne jako matné „vzpomínky“ na bolest, nýbrž jako něco, co se děje v přítomnosti. Někdy může žít pacient celá desetiletí bez bolestí, než nějaká událost, jako jehla zapíchnutá do spouštěcího bodu, reaktivuje bolest po měsících nebo i letech.

Ramachandran pozorně naslouchal příběhům lidí s bolestivě „zkamenělými“ pažemi a objevil, že všichni měli několik měsíců před amputací paže uvězněné v závěsu nebo sádře. Zdá se, jako by si jejich mozkové mapy znamenaly – navždy – neměnnou polohu paže těsně před amputací. Začal mít podezření, že je to právě skutečnost, že končetina neexistuje, co umožňuje setrvávat pocitu ochromení. Normálně, když motorické řídicí centrum v mozku vysílá příkazy k pohybu paže, dostává mozek od různých smyslů zpětnou vazbu, která potvrzuje, že rozkaz byl proveden. Mozek osoby bez končetiny však nikdy nedostane potvrzení o tom, že se paže pohnula, protože neexistuje ani paže, ani senzory pohybu v ní, které by zpětnou vazbu zajistily. Mozek je tak zanechán ve svém dojmu, že ruka je zkamenělá. Protože paže byla po celé měsíce znehybněná v sádře nebo závěsu, mozková mapa si vyvinula reprezentaci toho, že paže je nehybná. Po jejím odstranění se už neobjevily žádné nové vstupní impulzy, které by mapu změnily, a tak mentální reprezentace končetiny jako nehybné součásti těla zamrzly v čase – situace, která připomíná naučené ochrnutí, které objevil Taub u pacientů po mozkové mrtvici.

Ramachandran pak začal věřit, že absence zpětné vazby způsobuje nejen fantomy nehybnosti, ale také fantomové bolesti. Motorické centrum mozku může vysílat příkazy ke stažení svalů do ruky, a protože nedostává žádnou zpětnou vazbu o tom, že se ruka opravdu pohnula, stupňuje svůj příkaz, jako by ruce říkal: „Zatni se v pěst! Ještě jsi se dost nezařala! Ještě ses nedotkla dlaně! Zatni se nejsilněji, jak to umíš!“ Tito pacienti pak cítí, jak se jim nehty zarývají do dlaně. Protože skutečné sevření pěsti jim způsobovalo bolest v době, kdy paži ještě měli, toto pomyslné sevření dlaně vyvolává bolest i teď, protože maximální kontrakce svalů jsou v paměti asociované s bolestí.



Nakonec si Ramachandran položil nejtroufalejší otázku: otázku, zda se fantomové ochrnutí a bolesti dají „odnaučit“. Byl to ten typ otázky, jaký si pokládají psychologové, psychiatři a psychoanalytici: jak se dá změnit situace, která má psychologický, ale nikoliv materiální podklad? Ramachandra-nova práce teď začala rozostřovat hranice mezi neurologií a psychiatrií, realitou a iluzí.

Potom dostal Ramachandran kouzelnický nápad: nechat jednu iluzi, aby se utkala s tou druhou. Co kdyby vyslal do mozku falešné signály, aby si pacient myslel, že neexistující končetina se pohybuje?

Tahle otázka ho vedla k vynálezu zrcadlové krabice, jejímž účelem bylo oklamat pacientův mozek. Pošle mu totiž zrcadlový obraz jeho dobré ruky, aby měl pacient dojem, že jeho amputovaná paže „vstala z mrtvých“.

Zrcadlová krabice je velká asi jako větší krabice na dort, bez víka, a je rozdělená na dva oddíly, jeden vlevo a jeden vpravo. Na přední straně krabice jsou dva otvory. Byla-li pacientovi amputována levice, vsune svou fungující pravou ruku jedním z otvorů do pravé přihrádky krabice. Potom se požádá, aby si představil, že do levé poloviny strká svou levou ruku.

Přepážkou, která odděluje pravý a levý oddíl, je svislé zrcadlo otočené ke zdravé ruce. Protože na krabici není víko, pacient může, nakloní-li se trochu doprava, vidět *zrcadlový odraz* své zdravé pravé ruky, takže se zdá, že je to jeho levice v tom stavu, jako byla před amputací. Pohne-li pravou rukou tam a zpět, jeho „oživená“ levá ruka jako by se také pohybovala sem a tam, takže zastihuje svůj fantom. Ramachandran doufal, že pacientův mozek by mohl získat dojem, že se fantomová paže pohybuje.

Aby našel osoby, které jeho zrcadlovou krabici otestují, Ramachandran dal do místních novin tajuplné inzeráty oznamující: „Hledají se lidé po amputacích.“ A „Philip Martinez“ na inzerát odpověděl.

Asi před deseti lety byl Philip vymrštěn ze své motoriky v asi sedmdesátikilometrové rychlosti. Při nehodě si zpřetrhal veškeré nervy vedoucí z jeho levé ruky a paže do páteře. Jeho paže byla dosud připojená k tělu, neměl však žádné funkční nervy, které by vysílaly signály z jeho páteře do paže, ani nervy, které by vcházely do páteře a dopravovaly vjemy do mozku. Jeho ruka byla horší než jen nepoužitelná; bylo to nehybné břemeno, které musel nosit v pásce, a nakonec se rozhodl, že si ji nechá amputovat. Zůstala mu však hrozná fantomová bolest ve fantomovém loktu. Fantomovou paží také cítil jako ochrnutou a měl stále pocit, že kdyby jí mohl jen trochu pohnout, ulevilo by se mu od bolesti. Tyto pocity ho tak trýznily, že uvažoval i o sebevraždě.

Když Philip vsunul svou zdravou ruku do zrcadlové krabice, nejenže začal svůj „fantomový“ pohyb „vidět“, ale poprvé i ucítil, jak se jeho fantomová končetina hýbe. Philip, překvapený a ohromený radostí, řekl Ramachandranovi, že má pocit, jako by jeho fantomová paže byla zase „vedena do chodu“.

Ve chvíli, kdy se přestal dívat na zrcadlový obraz nebo kdy zavřel oči, však jeho fantomová paže znovu zkameněla. Ramachandran dal Philipovi svou zrcadlovou krabici, aby si ji vzal domů a cvičil s ní, doufaje, že Philip by se mohl odnaučit svůj pocit ochrnutí vyvoláním plastické změny, která by přeorganizovala jeho mozkovou mapu. Philip používal krabici deset minut denně, ale stále se zdálo, že funguje jen když má otevřené oči a dívá se na zrcadlový obraz své zdravé paže.

Potom po čtyřech týdnech volal Ramachandranovi rozčilený Philip. Nejenže jeho fantomová paže nadobro ztratila své ochrnutí, ona byla úplně pryč – i v době, kdy krabici nepoužíval. Pryč byl i fantomový loket a jeho nesnesitelná bolest. Zůstaly pouze fantomové prsty, bez bolesti, houpající se u jeho ramene.

V. S. Ramachandran, neurologický kouzelník, se stal prvním lékařem, který kdy uskutečnil zdánlivě nemožnou operaci: podařilo se mu úspěšně amputovat fantomovou končetinu.



Ramachandran použil svou krabici u mnoha pacientů, z nichž asi polovina se fantomových bolestí zbavila, „rozmrazila“ své fantomové údy a začala nad nimi cítit kontrolu. Už i jiní vědci přišli na to, že pacientům, kteří trénují se zrcadlovou krabicí, se daří lépe. Mozkové snímky z funkční magnetické rezonance ukazují, že v průběhu toho, jak se tito pacienti zotavují, narůstají i motorické mapy jejich fantomů, zastavuje se redukování mapy, které doprovází amputace, a jak senzorické, tak i motorické mapy se normalizují.

Zdá se, že zrcadlová krabice léčí bolest tím způsobem, že mění pacientovo vnímání vlastního tělesného schématu. Tento objev je pozoruhodný, protože vrhá světlo jak na způsob, kterým pracuje naše mysl, tak i na náš způsob prožívání bolesti.

Bolest je s tělesným schématem úzce propojená. Bolest vždycky prožíváme jako *promítanou* do těla. Zablokujeme-li si záda, říkáme: „Moje záda mě zabijou!“ a nikoliv „Můj systém bolesti mě zabije.“ Jak ale ukazují fantomy, nepotřebujeme část těla a dokonce ani receptory bolesti, abychom cítili bolest. Potřebujeme pouze *tělesné schéma*, vyrobené našimi mozkovými mapami.