

Stres, záněty, náladý... a bloudivý nerv

Dechová cvičení, masáže ucha, zpěv... V posledních letech přibývá metod slibujících stimulaci tzv. bloudivého nervu (odborně nervus vagus), což má pomáhat zklidnit tělo i mysl. Do jaké míry však skutečně fungují, a kde už začíná marketing? „Bloudivý nerv ovlivňuje srdeční rytmus, stres, spánek, psychiku i střevní mikrobiom a jeho regulace pomáhá při léčbě epilepsie i těžce ovlivnitelných depresí,” říká **prof. RNDr. FRANTIŠEK VYSKOČIL (84), DrSc.**, český neurofyziolog a profesor fyziologie a farmakologie z Fyziologického ústavu Akademie věd. Jak přesně tento pozoruhodný nerv v těle funguje? Co všechno dokáže ovlivnit? A kde jeho možnosti končí?



■ **Bloudivý nerv, latinsky nervus vagus, je hlavový nerv, jenž propojuje mozek s vnitřními orgány, a měl by být klíčem k našemu celkovému zklidnění. Jaké orgány ovlivňuje?**

Nervus vagus si můžeme představit jako strom, který prorůstá celým naším tělem. Vychází z mozkového kmene a odtud se větví do uší, krku, srdce, plic, žaludku, žlučníku, jater, slinivky i horní části střev. Právě tam zachycuje informace o činnosti orgánů, posílá je vzestupnými drahami do mozkového kmene, a zpětně tak ovlivňuje jejich fungování.

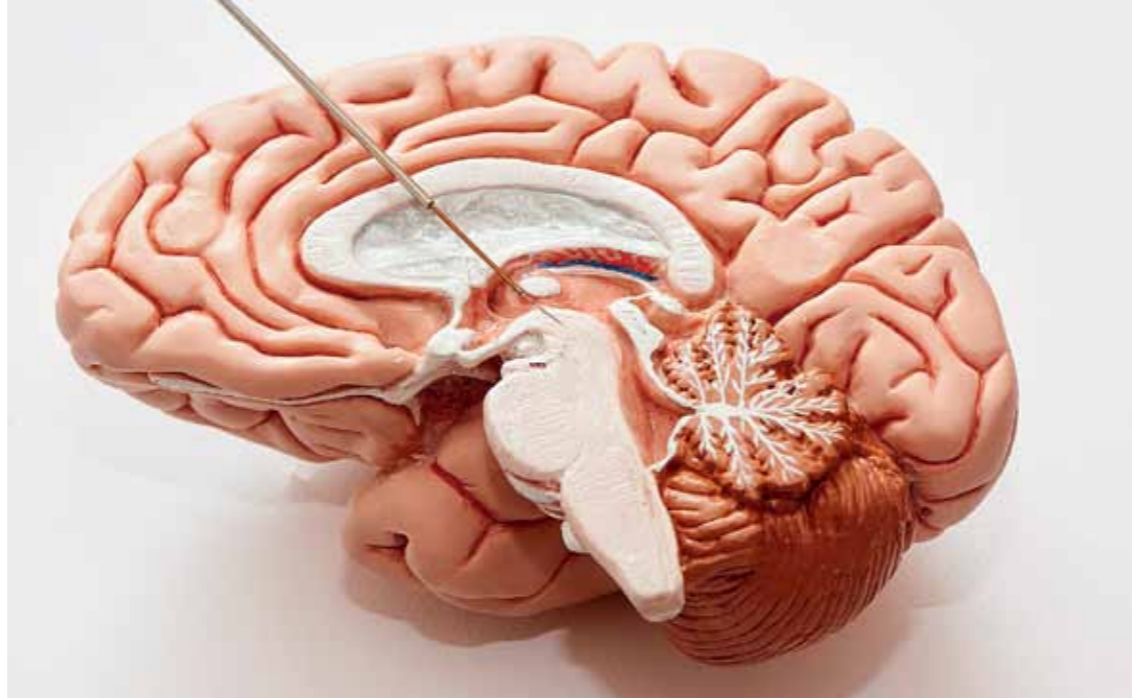
■ **Jak?**

Nervy jsou svazky výběžků jednotlivých nervových buněk, které se liší charakterem i rychlostí vedení. V centrální nervové soustavě vycházejí svazky vláken ze spodiny mozku nebo z míchy, respektive z blízkých míšních ganglií (*drobné nervové uzliny, jež slouží jako „přestupní stanice“ pro přenos informace mezi tělem a mozkem, pozn. red.*), a vedou do periferních částí těla, tedy do trupu, rukou a nohou. Pomocí drah vedoucích citlivost zpět do mozku pak organismus zpětně řídí i naše volní pohyby. Vedle toho ovšem existuje také autonomní nervový systém, který na vůli nezávisí. Tvoří ho dvě složky, jež pracují nepřetržitě a vůli je ovládat neumíme. Jsou to aktivační sympatikus a tlumivý parasympatikus. Do něj patří i nervus vagus, jehož hlavní úlohou je tělo zklidňovat.

■ **Jaký je přesně rozdíl mezi autonomním sympatickým a parasympatickým systémem?**

Sympatický nervový systém uvádí tělo do pohotovosti. Přípravuje ho na dvě základní reakce: boj, nebo útek. Když se aktivuje, zrychlí srdeční tep, zvýší krevní tlak a zostří bdělost. Jeho signalizace probíhá ve dvou krocích. V tom prvním se mezi nervovými buňkami přenáší signál pomocí látky zvané acetylcholin. Ve druhém kroku pak nervový systém působí přímo na orgány, a to hlavně prostřednictvím hormonu noradrenalinu. Při stresu se navíc do krve vyplavuje i adrenalin z dřene nadledvin. Ten účinek ještě zesiluje, čímž tělo rychle mobilizuje k výkonu. Dřeň nadledvin je vlastně úzce

Tzv. invazivní stimulace bloudivého nervu znamená zavedení elektrod do těla. Na obrázku vlevo je tzv. hluboká mozková stimulace – elektroda se zavede do hlubokých oblastí mozku a tam narušuje chorobné rytmy nervových sítí. Existují ovšem i stimulatory, jež se zavedou pod klíční kost v místě, kudy prochází bloudivý nerv, a ovlivňují ho odtamtud. Vpravo vidíme tzv. neinvazivní stimulaci bloudivého nervu, která nevyžaduje operaci, jejím principem je stimulace přes kůži, např. speciální masáže ucha, krku apod.



napojená na sympatický systém. Obklopuje ji kůra nadledvin, která vyrábí i další důležité hormony, mimo jiné kortizol. Ten pomáhá uvolnit zásoby energie, například ve formě glukózy. Sympatikus je tedy zásadní ve chvíli, kdy je organismus ohrožený nebo musí podat výkon. Nemůže však běžet na-

plno pořád. Jakmile nebezpečí nebo zátěž pominou, musí tělo přepnout do klidového režimu. O to se stará parasympatický nervový systém. Ten naopak podporuje odpočinek, regeneraci a trávení. Také používá acetylcholin, a to v obou částech své dráhy. Jeho účinek je zjednodušeně řečeno tlumivý: zpomaluje srdce a pomáhá tělu vrátit se do rovnováhy.

■ **Působí acetylcholin na všechny orgány stejně?**

Ne. Acetylcholin se v každém orgánu může navázat na jiný receptor a spustit jiný účinek. Záleží tedy na tom, jaký receptor je v dané tkáni přítomen. Například v srdci způsobuje zpomalení činnosti, ale ve střevch urychluje peristaltiku.

■ **Kdy potřebujeme zpomalit srdeční rytmus?**

Když jsme ve stresu. Jakmile se organismus cítí ohrožen, spustí se jednak osa mezimozek–hypofýza–nadledviny a jednak také sympatický aktivační systém. Srdce díky nervus accelerans (*akcelerační nerv, pozn.*

„Je jako strom, co prorůstá celým naším tělem.“

red.) začne tlouct rychleji a silněji, čímž nás připraví na akci. Jenže dnes se často dostáváme do stresu dlouhodobě, aniž by nám reálně hrozilo nebezpečí. Už dávno nejsme ohroženi predátory, avšak naše dvě amygdaly, tedy mozková jádra spojená se strachem a pohotovostní reakcí, mohou stres z nevládnuté práce a duševního napětí vyhodnotit podobně. Poté, co hlavní šok odezní, potřebujeme přetočit pomyslné ky-

vadlo na druhou stranu – do klidnější, pomalejší fáze, již se říká odpočinková nebo trávící. O tohle zklidnění se stará parasympatický nervový systém, zejména nervus vagus.

■ **K uklidnění by nám tedy měla pomoci jeho stimulace?**

Ano. Bloudivý nerv je ale smíšený. Vede dráhy nahoru i dolů a obsahuje pomalá i rychlá vlákna. V těle navíc probíhá dvěma větvemi, napravo a nalevo. U srdce pravá větev zasahuje do místa v pravé síni, které udává rytmus srdečních stahů. Sympatikus ho umí zrychlit, parasympatikus naopak zpomalit. Pravá strana je však velmi citlivá. Levá větev vede do jiného převodního uzlíku v srdci. V principu umí totéž, ale protože je méně citlivá, využívá se ke stimulaci právě tato levá větev.

■ **Stimulace bloudivého nervu se používá i v medicíně. Co všechno umí vyřešit?**

Stimulace nervu vagu se v medicíně používá například u epilepsie a některých forem deprese, zvláště když nezabírá běžná léčba. Už ke konci devatenáctého století si lékaři všimli, že stimulace určité části krku či ucha slabým elektrickým proudem mírní příznaky epilepsie. Tehdy šlo především o praktickou zkušenost, dnes už se stimulace nervu vagu v medicíně používá oficiálně a je podložena výzkumem. I v České republice existuje řada pracovišť, kde se tato metoda úspěšně využívá.

■ **Jak přesně taková stimulace probíhá?**

V praxi to může vypadat jako implantovaný stimulator, podobný kardiostimulátoru, jenž se umístí pod klíční kost, a v místě, kde nerv probíhá, se na něj napojí elektrody vysílající krátké elektrické impulzy různého tvaru a síly. Stimulace se potom nastavuje a ladí tak, aby pacientovi přinášela

úlevu podle toho, jak se subjektivně cítí. Existuje i transkutánní stimulace, tedy stimulace přes kůži, kdy se zařízení s elektrodami přikládá například na ucho nebo na místo na krku, kde se vagus přibližuje k povrchu. U obou metod je ovšem velmi důležité stimulovat méně citlivou levou větev. Při stimulaci pravé části by mohlo dojít k přílišnému zpomalení srdeční činnosti, a v krajním případě by se srdce mohlo i zastavit. Proto je v klinickém prostředí důležitá kontrola. Sleduje se srdeční rytmus i reakce na stimulaci, a podle toho lze posoudit, jak vagus funguje a jak citlivě je potřeba postupovat.

„Možná je i stimulace přes kůži.“

■ **Jakým způsobem stimulator ovlivní epileptické záchvaty?**

Epilepsie vzniká proto, že v určitém místě nervové soustavy začne nervová buňka vytvářet a vysílat série elektrických vzruchů tam, kam nemá, nebo se její aktivita rozkolísá a zasáhne větší oblast, než by měla. To pak může vyvolat záchvat – buď s křečemi, nebo v lehčí podobě, kdy člověk na chvíli „zamrzne“ a přestane reagovat. Správně nastavený stimulator ale působí na nervus vagus tak, aby tuto rozkolísanou aktivitu uklidnil. Podobně to funguje i u deprese, takže tuto metodu využívají jak epileptologická centra, tak psychiatři. Jen v České republice žije zhruba tisíc lidí s tímto stimulatorem bloudivého nervu. Princip účinku spočívá v tom, že přístroj vysílá pravidelné elektrické impulzy do bloudivého nervu.

Ty aktivují struktury v mozkovém kmene, jež zvyšují množství inhibičních neurotransmiterů – například GABA – a současně snižují souhrn nadměrných výbojů nervových buněk. Tím se snižuje pravděpodobnost, že se chorobná aktivita rozšíří do celého mozku. (*Inhibiční neurotransmitery neboli tlumivé přenašeče nervových signálů jsou chemické látky, jimiž si nervové buňky předávají signály a jež aktivitu dalších neuronů tlumí. Fungují tedy jako brzda nervového systému. Zatímco některé přenašeče nervové buňky povzbuzují k další aktivitě, tyto látky ji naopak zklidňují a snižují pravděpodobnost, že neuron vyšle další elektrický signál, pozn. red.*)

■ **Existují i jiné stimulační metody?**

Další možností je hluboká mozková stimulace, anglicky deep brain stimulation. Při ní se elektroda zavádí přímo do hlubokých oblastí mozku. Tam narušuje chorobné rytmy nervových sítí a pomáhá obnovit rovnováhu mezi aktivací a tlumením. Třetí možnost představuje responzivní stimulator, anglicky responsive neurostimulation, tedy systém, který reaguje na začínající problém. Tento přístroj sleduje elektrickou aktivitu mozku na elektroencefalogramu (*EEG, pozn. red.*) a rozpozná počínající záchvat. Okamžitě pak vyšle impuls, jenž může záchvat přerušit dřív, než se plně rozvine. Neurostimulace nemění stavbu mozku, ale upravuje elektrickou aktivitu nervových sítí. Tím omezuje souběžné, vzájemně sladěné výboje nervových buněk, které jsou pro vznik epileptického záchvatu zásadní.

■ **Bloudivý nerv by měl hrát důležitou roli také u zánětů v těle. Jak přesně?**

V tomto případě funguje vagus hlavně jako regulátor. Nic nespouští, ale koriguje, tlumí a vrací reakce těla do rovnováhy. Zánět je

ve své první fázi užitečný, protože pomáhá léčit poškození nebo bojovat s infekcí. Musíme ho však včas utlumit. Acetylcholin, který vagus vylučuje, nepůsobí pouze na nervové buňky, ale dokáže zasáhnout i do imunitních dějů, například ve slezině. Ve chvíli, kdy bílé krvinky bojují proti zánětu, vylučují signální látky, takzvané cytokiny, jež koordinují celou imunitní reakci, aby se zničil škodlivý patogen. Jenže tyto cytokiny jsou užitečné jen v první, obranné fázi zánětu, a pak je potřeba je utlumit. Ne vždy se to stane samo. A tady může pomoci vagus. Acetylcholin se naváže na bílé krvinky, které přestanou vypouštět látky, jež zánět dál živí.

■ Využívá se už tahle protizánětlivá role bloudivého nervu v medicíně, nebo je to spíš budoucnost?

U některých nemocí, jako je například revmatoidní artritida, tedy autoimunitní onemocnění, při němž zánět dlouhodobě poškozuje klouby, se už práce s vagem v praxi zkouší. Ukazuje se, že vagus skutečně může při správně zvolené stimulaci pomáhat tlumit zánětlivou aktivitu. Současně se v těchto souvislostech připomíná i význam životosprávy, třeba omezení červeného masa, které může být jedním z faktorů ovlivňujících celkový zánětlivý proces v organismu.

■ Revmatoidní artritida se také řeší pomocí stimulatoru?

U tohoto onemocnění není vagový stimulator první volbou. Léčba má jasně stanovený postup zmírnění kloubní autoimunity a stimulace bloudivého nervu je zatím spíše experimentální nebo doplňková metoda používaná jen na vybraných specializovaných pracovištích a v klinických studiích. Optimismus však přetrvává.

■ Mohli bychom domácí stimulaci svého vagu zmírnit zánětlivé reakce těla?

Tady bych byl s jednoduchými slibami opatrný. Ano, vagus umí regulovat protizánětlivé procesy a existuje takzvaný cholinergní protizánětlivý reflex. Při něm acetylcholin z vagu utlumí určité složky imunitní reakce, ale neznamená to, že nám masáž ucha vyléčí infekci. Vagus je napojený na imunitní systém a na mechanismy tlumící zánět, když je přehnaný nebo když hrozí, že se z něj stane chronický stav. Jemná stimulace může být jedním z podnětů, jež vagu připomenou, že má zánět lépe regulovat. Zároveň člověka zklidní, a dnes už víme, že také dobrý spánek a regulace stresu k ústupu zánětu obecně přispívají. Nesmíme ovšem zapomínat, že bloudivý nerv není kouzelný vypínač, nýbrž regulátor.

„Alergická reakce může být mírnější.“

■ Hraje vagus nějakou roli také při regulaci alergických reakcí?

Ano. V našich periferních tkáních máme žírné buňky neboli mastocyty. Ty obsahují mediátory zánětu, především histamin. Když nás něco bodne nebo kousne, histamin se uvolní, a vznikne otok, na jehož zmírnění použijeme antihistaminika. Ukazuje se, že acetylcholin z nervu vagu se může navázat na určité receptory na povrchu těchto buněk a ovlivnit jejich vyzrádňování, tedy degranulaci. To způsobí, že se tyto látky neuvolňují v takové míře, a alergická reakce tudíž může být mírnější.

U těžkých alergických reakcí je ale samozřejmě standardní léčba urgentní a samotný vagus nám nepomůže.

■ Jak nervus vagus souvisí s naší psychikou?

Vagus přenáší informace z orgánů do mozku, například i do amygdaly, což je mozkové centrum související s úzkostí a špatnou náladou. Celkový stav našeho těla, tedy dech, srdeční rytmus, napětí ve střevech i signály z imunitního systému, se promítá do toho, jak se cítíme. Když tedy pomocí vagu aktivujeme klidový režim, uklidní se nejen tělo, ale i psychika. Jakmile zpomalíme dech a tepovou frekvenci, uklidníme také žaludek a následně i mysl – ne proto, že bychom vymazali příčinu psychického napětí, nýbrž proto, že upravíme fyziologický podklad úzkosti. Zajímavé je, že nám ve stresových situacích občas vypadává paměť, a to proto, že se při stresu přenastaví priority mozku. Když pomocí vagu zklidníme tělo, mohou se i kognitivní funkce vrátit blíže k normálu a myslí nám to lépe.

■ Na trhu je k dostání spousta aplikací nabízejících techniky, jak stimulovat bloudivý nerv a zbavit se napětí a úzkosti. Opravdu můžeme svůj parasympatický systém nakopnout sami?

Určitě ano. Jedním z neúčinnějších a současně nejjednodušších řešení je dýchání. Vagus má mimo jiné baroreceptory, tedy tlaková čidla, která vnímají změnu tlaku v plicích a hrudníku během dýchání. Při nádechu se srdeční tep přirozeně zrychluje, při výdechu zpomaluje. Pokud je naším cílem celkové zklidnění, potřebujeme srdce zpomalit a přes něj zklidnit i mozek. Prakticky to znamená naučit se dýchat tak, aby výdech byl pomalý a delší než nádech,



▲ Některé nepříjemné zánětlivé nemoci už lékaři zkoušejí řešit pomocí stimulace bloudivého nervu. Například revmatoidní artritidu, autoimunitní onemocnění, při němž zánět dlouhodobě poškozuje klouby. „Ukazuje se, že vagus skutečně může při správně zvolené stimulaci pomáhat tlumit zánětlivou aktivitu,“ tvrdí prof. Vyskočil.

ideálně dvojnásobně dlouhý. Dobře funguje takzvané břišní dýchání známé třeba z jógy: nadechujeme se nejprve dolů do bránice, zvedne se břicho, pak se rozvine hrudník a až nakonec se nadechnou horní části plic. Nádech může trvat třeba pět sekund, na chvíli lze dech zdržet a potom velmi pomalu vydechnout, nejlépe s přivřenými ústy a zvukem „óm“. Kdybyste si u toho měřila tlak a tep, uvidíte, že po několika opakováních, asi pětkrát za minutu, se při pomalém výdechu srdce uklidňuje a tlak má tendenci klesat. Když to opakujete minutu dvě tři, tělo si na tento režim začne zvykat a zklidnění přichází poměrně spolehlivě.

■ Co dalšího by mohlo pomoci?

Další spolehlivou metodou je cvičení očí. Jednoduše je zavřeme, můžeme i lehce zatlačit na víčka a pak očima pomalu přetá-

číme doprava a doleva. Tímto jednoduchým pohybem vysíláme do mozku signál, že přecházíme do klidového režimu. Toto nenásilné cvičení může pomoci i lidem, kteří mají problém se spánkem. Když usneme, mozek přechází do non-REM fáze,

„Při tzv. ranní úzkosti stoupá hladina cukru.“

tedy do fáze bez rychlých očních pohybů pod víčky, kdy spíme hlubším spánkem. Pokud si před usnutím dopřejeme několik minut klidného dýchání spolu s postupným uvolňováním svalového napětí od víček přes krk, ramena a paže až k nohám a kotníkům, celý systém přepneme do od-

počinkového režimu. Tato pomalá fáze se může prodloužit, což výrazně pomáhá naší celkové psychické kondici. Zajímavým trikem pro uklidnění je také sepsání problému před spaním. V psychologii se tomu říká externalizace starostí a je to technika používaná i v terapii nespavosti a úzkosti. Uzavírá mentální smyčku. Mozek dostane informaci: „Úkol je uložen, nemusím ho držet v paměti.“ Sníží se aktivita stresových center a máme pocit kontroly, i když problém nevyřešíme, protože máme plán. Někteří lidé se probouzejí s takzvanou ranní úzkostí, kdy se tělo přepne do aktivního režimu, stoupá hladina cukru a mění se hormonální nastavení až do stresu a úzkosti. Pokud se člověk pořádně nevyspí v hluboké fázi spánku, je pro něj tento ranní přechod tvrdší. I v tomto případě si můžeme pomoci dechovými cvičeními. Když se ráno na pár minut pravidelně rozdecháme, tělo si tento vzorec zapamatuje, a zklidnění pak přichází snáz.

■ Existují ještě další způsoby, jak bloudivý nerv uklidnit?

Některé větve tohoto nervu jsou blízko kůže, takže je můžeme ovlivnit ruční masáží. Velmi citlivým místem je ušní boltec, kterým procházejí jemná zakončení vagu, proto se i zmiňované transkutánní stimulační pomůcky přikládají právě tam. Kromě ucha, konkrétně výstupku proti boltci zvaného tragus, je citlivý také krk a pracovat můžeme i s čelistí. Když si nahmatáme čelistní klouby a pak se prsty posuneme trochu dopředu, najdeme konec žvýkačích svalů a jemná masáž této oblasti také stimuluje vagus. Navíc nám uvolní čelist, kterou při stresu nevědomky zatínáme.

■ K uklidnění prý pomáhá i zpěv. Je to pravda?

Oblast hrtanu a hltanu je velmi dobře vybavena zakončeními vagu. Proto mohou mít tradiční techniky, jako jsou mantry, nebo i prostě dlouhé brumlání „óm“ při výdechu fyziologický účinek. Nedoporučuji se ale zapléstat do duchovních a meditačních výkladů. Nejlepší jsou nízké tóny s pomalým výdechem, přičemž zde fungují dvě věci najednou. Zaprvé je to dlouhý výdech s odpořem, tedy přes přivřená ústa nebo například přes dechový trenážer, který zpomaluje systém a mění i poměry oxidu uhličitého v krvi, což je pro zklidnění také důležité. Zadruhé jsou to vibrace, jež rozechvějí tkáň v oblasti hrtanu, hltanu a hrudníku, kde

Tzv. přirozená stimulace bloudivého nervu zahrnuje několik jednoduchých technik, jež pomáhají tělu relaxovat. Jsou to jednak dechová cvičení (pomalý hluboký nádech do břicha a výdech delší než nádech), jednak opláchnutí obličeje ledovou vodou či krátká studená sprcha (aktivuje tzv. potápěčský reflex, který se projevuje zpomalením srdce, tepové frekvence a stažením cév). Pomáhají i vibrace v krku – zpěv, hlasitě broukání nebo kloktání vody mechanicky stimulují nerv přímo v krku. Z dalších možností zmiňme jógu nebo masáž nohou či krku.



mechanicky aktivují receptory vagu. Z dostupných pozorování vyplývá, že se basisté a barytonisté často dožívají vyššího věku, a někteří to dávají do souvislosti právě s častou stimulací jejich bloudivého nervu. Zmírňuje to také trému a stres z vystupování na jevišti. Zajímavé rovněž je, že když je systém vagu porušený, může se to projevit právě na hlase. Starší lidé mívají vyšší, pozměněný hlas, a to právě proto, že je jejich vagus unavenější. Zpětné vazby, jež podporují hlubší hlasový projev, jsou utlumené.

■ **Může se stát, že se vagus unaví natolik, že přestane pracovat úplně?**

Toho si nejsem vědom, ale může být oslabený natolik, že pak člověk snáší nepříjemné stavy hůř. Obecně se dá říct, že lidé se stabilnější nervovou soustavou často mívají dobře fungující vagovou regulaci, a naopak. Oslabení může být způsobeno věkem nebo například aterosklerózou, kdy tkáň není dobře vyživovaná. Úplná ztráta funkce může nastat pouze při mechanickém poškození, například úrazem nebo během operace krku, štítné žlázy či jícnu. Také když vzniknou nádory v oblasti krku nebo v hrudní dutině. Dále u těžké neuropatie, tedy při selhávání nervů například při cukrovce, při degenerativních neurologických chorobách, infekcích a zánětech nervu. V těchto případech nejde o únavu, nýbrž o jasné poškození.

■ **A dá se vagus naopak přestimulovat?**

Ne. Celý tento systém má své limity. Masáže či dechovým cvičením se do žádné-



▲ **Prof. František Vyskočil je předním českým specialistou na výzkum toho, jak fungují přenosy nervových impulzů. Popsal např. nekvantové vylučování neuropřenašečů, což je specifický proces, při němž se chemické látky ve spojích mezi jednotlivými nervy neuvolňují rychle a najednou, ale „vylévají“ se plynule a pomalu. Neslouží k rychlému přenosu vzruchu, spíše k udržování určité hladiny přenašeče v okolí synapse, tedy nervového spoje, a pomáhají tak nastavovat citlivost receptorů.**

ho rizika obvykle nedostaneme. Riziková by mohla být elektrická stimulace, a to především v případech, že by se stimulovala pravá, citlivá strana vagu, čemuž se ovšem v klinické praxi předchází právě tím, že jde o kontrolovaný medicínský zákrok.

„Mikroorganismy ve střevě tvoří signální látky.“

■ **Jak je možné, že stres cítíme v žaludku?**

Vagus propojuje trávicí trakt s mozkem, ale není to jediná spojnice. Ve stěně střev máme vlastní nervový systém, který řídí základní pohyby. Vagus ho reguluje, ale zároveň od něj sbírá informace. Když je některá oblast špatně pohyblivá, cítíme v ní nepříjemné pocity a tělo je předává dál do mozku, jenž si je může vyhodnotit jako úz-

kost nebo vnitřní neklid. I tady může vagus zasáhnout. U střev má jednu zvláštnost. Zatímco jinde typicky tlumí, ve střevě může přes specifické receptory působit na střevní svalovinu aktivně, tedy peristaltiku urychlit. Když přes něj podpoříte pohyb střev a ulevíte tělu, může se vám ulevit i psychicky. Výrazně zde může pomoci i jemná masáž břicha.

■ **Může mít bloudivý nerv vliv i na náš mikrobiom, tedy společenství miliard mikroorganismů, jako jsou bakterie, viry apod., přirozeně obývající naše střeva a ovlivňující naše trávení, imunitu i celkové zdraví?**

Ano, a jde o jedno z nejzajímavějších témat dnešní neuroimunologie. Mikroorganismy ve střevě totiž produkují řadu látek, které mohou ovlivňovat, jaké signály putují ze střev do mozku. Bloudivý nerv přitom funguje jako důležitá komunikační cesta mezi střevem a mozkem. Tento vztah je obousměrný. Mikrobiom ovlivňuje signály mířící do mozku, a bloudivý nerv naopak může zpětně působit na střevní sliznici a podporovat její odolnost. Zhruba 80 procent vláken bloudivého nervu vede informace ze střev a dalších orgánů směrem do mozku. Díky tomu může nervový systém velmi rychle reagovat na to, co se ve střevě děje. Mikroorganismy ve střevě vytvářejí signální látky, jež působí na nervová zakončení bloudivého nervu ve střevní stěně. Patří mezi ně například krátké mastné kyseliny, jako jsou acetát, propionát nebo butyrát. Ty vznikají při zpracování potravy střevními bakteriemi a mají řadu příznivých účinků. Dále jde o serotonin (tzv. „hormon dobré nálady“, pozn. red.), případně látky, z nichž si tělo dokáže vytvořit dopamin (tzv. „hormon štěstí“, pozn. red.). Zajímavé je, že většina serotoninu v těle nevzniká v mozku, ale právě ve střevě. Některé bakterie mohou ovlivňovat i tvorbu GABA, tedy látky,

kteřá tlumí nadměrnou aktivitu nervových buněk. Naopak při narušení střevní rovnováhy a přemnožení škodlivých bakterií mohou vznikat zánětlivé látky a toxiny, například lipopolysacharidy neboli LPS, jež mohou dráždit imunitní systém, narušovat střevní bariéru a přispívat k tomu, že se do krve dostávají bakteriální fragmenty, které tam za normálních okolností nepatří. Bloudivý nerv je tak vlastně citlivým senzorem toho, co se ve střevě odehrává. Sleduje chemické složení střevního obsahu, stav sliznice, napětí střevní stěny i látky vytvářené střevními mikroorganismy. Pokud se složení mikrobiomu výrazně změní, může to ovlivnit i dění v mozku a v celém těle. Může se to projevit únavou, úzkostí, depresivním laděním, zhoršením autoimunitních onemocnění nebo i urychlením některých zánětlivých procesů v cévách.

prof. RNDr. FRANTIŠEK VYSKOČIL (84), DrSc.

František Vyskočil se už od studentských let věnuje výzkumu elektrických a chemických signálů a biofyzice buněčných membrán především na spojení dvou neuronů. Jeho objevy zásadním způsobem prohloubily poznatky o přenosu nervových vzruchů a celkovém fungování nervové soustavy u živočichů i člověka, včetně lidského mozku. Mezinárodní pozornost si František Vyskočil získal objevem a popsáním mechanismu tzv. nekvantového vylučování neuropřenašečů na synapsích savců. Ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou UK použil mikroelektrodovou techniku také pro studium přenosu neuroimpulzů v mozku a ve svalů při hibernaci neboli zimním spánku živočichů.

František Vyskočil je zakládajícím členem Učené společnosti ČR a The Physiological Society, London, Cambridge. Je nositelem mnoha ocenění, mj. Čestné oborové medaile Jana Evangelisty Purkyně za zásluhy v biomedicínských vědách, kterou uděluje AV ČR, Medaile Josefa Hlávky, Stříbrné pamětní medaile Senátu i Ceny Akademie věd za rozvoj a popularizaci vědy. V roce 2021 se stal nositelem Stříbrné pamětní medaile Přírodovědecké fakulty UK v Praze za celoživotní zásluhy a pedagogiku.

Dlouhodobě se věnuje popularizaci vědy.

■ **Umí pak takový problém vagus regulovat?**

Bloudivý nerv není jen pasivní sběrač informací. Umí také spustit zpětnou regulační reakci, která pomáhá tlumit zánět. Funguje to zjednodušeně takto: ze střeva se informace přenesou bloudivým nervem do mozku a odtud se následně aktivuje odpověď, jež ovlivní imunitní systém. Výsledkem je uvolnění acetylcholinu, látky, která dokáže zklidnit některé imunitní buňky, například makrofágy, a omezit tvorbu zánětlivých cytokinů. Jinými slovy, mikrobiom do značné míry určuje, jak silný signál ze střeva dorazí do mozku, a bloudivý nerv pak pomáhá rozhodovat, jak silně na tento signál tělo zareaguje.

„Bloudivý nerv není jen pasivní sběrač informací.“

■ **Kde vidíte budoucnost stimulace vagu? Bude se v medicíně používat i k léčbě jiných problémů?**

Já osobně si myslím, že by mohl velmi dobře fungovat při zvládnání neuropatie, kdy odumírají motorické i senzorycké nervy a člověk má pak „gumové“ nohy, a to především tím, že tlumí zánět, zlepšuje prokrvení nervů, snižuje bolest a podporuje regeneraci. Nenahrazuje ale standardní léčbu ani neobnoví těžce zničené nervy. Výzkum

je zatím teprve na začátku a až čas ukáže, jaké výsledky přinese. Vidím v tom velkou perspektivu, musíme si však uvědomit, že nejde o všelék, co by vyřešil všechny problémy v našem těle.

■ **Provádíte vy osobně nějaká vagová cvičení?**

Ano, hlavně pomalé dýchání a pohyby břišních svalů vleže. Musím se přiznat, že jste mě tímto rozhovorem trochu inspirovala. Blíží se mi pětáosmdesátý rok, a to už člověk potřebuje lehkou a pravidelnou údržbu. Vagové rutiny patří k těm méně náročným a příjemnějším, mohou být i ve spojení s relaxační hudbou, kterou si jako houslista někdy zajišťuji sám. Výhodou je, že nemusíte běhat někde po mezích, ale jen klidně dýcháte, případně pracujete s hlasem či masáží. Když k tomu lidé v mém věku přidají protahovací cviky a péči o klouby, případně volnou chůzi do schodů, bude se jim ve stáří žít lépe. Trocha snahy se vyplatí. Lenin říkal „učit se, učit se, učit se“, můj tchán nám radil „nutit se, nutit se, nutit se“. Když budeme místo zázračných všeléků hledat fyziologické porozumění svému tělu a myslí a pochopíme, jak vracet pomyslné kyvadlo tělesné i psychické aktivity a regulace do rovnováhy, tedy homeostázy, budeme ve větší pohodě. A jak psal Saul z Tarsu, známý jako apoštol Pavel, do Tesaloniky: „Stále se budeme radovat.“

Veronika Čaiš



Stimulace bloudivého nervu se používá i u některých forem deprese. „Zvlášť když nezabírá běžná léčba,“ vysvětluje prof. Vyskočil.

