



Roztroušená skleróza, požírač mozku

Roztroušená skleróza je zákeřná nevyléčitelná choroba, která přes svůj název nemá nic společného se stařeckými poruchami paměti. Naopak. Postihuje především mladé lidi a ti v nejhorších případech končí slepí či nepohybliví. V Česku je nyní nemoc diagnostikována zhruba u každého pětistého člověka (léčí se s ní třeba předseda lidovců Pavel Bělobrádek). Roztroušená skleróza ovlivňuje schopnost nervových buněk (neuronů) v mozku a míše spolu vzájemně komunikovat. A slovo „roztroušená“ znamená, že zánět může vytvořit více ložisek. Proč roztroušenou sklerózou trpí převážně ženy? A jak ji ovlivňuje horko či sluneční svit? I na tyto otázky TÉMA odpovídala doc. MUDr. DANA HORÁKOVÁ, Ph.D., ze specializovaného RS centra Všeobecné fakultní nemocnice v Praze.

■ Můžete roztroušenou sklerózu obecně popsat? Co to je za nemoc?

Jde o neurologické onemocnění postihující centrální nervový systém, čili mozek a míchu. Roztroušenou sklerózou je typicky postižená indoevropská rasa. Bílá populace v Severní Americe, Evropané. Čím blíže k rovníku, tím se výskyt nemoci v populaci snižuje. Ale když ji máte, tak ji máte na celý život. Nejde o žádnou chřipku nebo zlomenou nohu. Navíc často přichází v opravdu mladém věku. Průměrný počátek nemoci je ve věku kolem 30 let. Není moc jiných onemocnění, které by mohly mít takhle fatální následky v době, kdy vlastně naplno vstupujete do života, kdy se spousta lidí teprve připravuje na založení rodiny a začátek profesní kariéry.

■ A ty nejhorší možné důsledky?

Můžete ochrnut – včetně úplné ztráty chůze. Můžete oslepnout. Máte bolesti. Poru-

chy svěračů. Časté jsou i kognitivní obtíže – zhoršení rychlosti a výkonu myšlení, poruchy paměti, často spojené s depresemi. A problém je, že řada lidí může bez léčby takhle opravdu skončit.

■ Roztroušená skleróza je autoimunitní nemoc. Tělo si prostě z nějakého důvodu začne myslet, že mu jeho vlastní buňky škodí, a začne na ně skrze imunitní systém útočit. Co přesně nastane, když onemocníš?

Bílé krvinky, které nás za normálních okolností mají chránit, v případě pacientů s roztroušenou sklerózou naopak začnou organismu škodit. Cílem jejich útoku jsou obaly nervových vláken, tzv. myelinové pochvy. Jde o jakési kabátky obalující nervová vlákna. Jsou vytvářeny speciálními buňkami, které se jmenují oligodendrocyty, a díky těmto obalům běhají signály v mozku nerosovatelně rychleji. Když jsou nervová vlákna bez nich, můžou nějakou dobu fungovat, ale přenos signálu se značně zpomalí. Zároveň jsou tato obnažená vlákna mnohem náchylnější k dalším útokům a mnohem snáze může dojít k jejich přetržení.

LÉČBA V ČESKU

Pacienti s roztroušenou sklerózou vyžadují celoživotní péči. V Česku existuje síť patnácti RS center, které sledují asi 17 000 pacientů. Celkově se odhaduje, že touto nevléčitelnou chorobou v tuzemsku trpí zhruba 20 tisíc lidí. Specializovaná pracoviště vznikla v polovině 90. let minulého století a zásadní roli v tom sehrála prof. Eva Kubala Havrdová z Neurologické kliniky 1. LF a VFN v Praze, která stojí roky v čele výzkumu a léčby roztroušené sklerózy u nás. Nutnost sledovat pacienty s roztroušenou sklerózou a průběžně zaznamenávat progresi jejich nemoci, účinnost i nežádoucí účinky biologických léků, nakonec dovedly lékaře k založení speciálního „Celostátního registru ReMus“, který za vydatné pomoci Nadačního fondu Impuls vznikl v roce 2013 bez účasti státu. Registr dnes sleduje více než 13 tisíc pacientů.

Foto: Adolf Horskina / MAFRA, Shutterstock.com

„Poměr nemocných žen se zvyšuje. Oproti mužům je 3:1.“

■ Dočetl jsem se, že případů roztroušené sklerózy přibývá a také že se mění složení nemocných v neprospěch žen...

Ano, za posledních padesát let počet nových případů narůstá. A ano, mění se i po-

měr mezi muži a ženami. Je to zřejmě ze severoevropských registrů pacientů s roztroušenou sklerózou, kdy například v Dánsku sbírají data už od 50. let minulého století. Předtím byl poměr nemocných mezi ženami a muži zhruba 1,5:1. Nyní je to už téměř 3:1.

■ Čím si to věda a lékaři vysvětlují?

Určitě to není změna genetického kódu. To je příliš krátká doba. Uplatňují se tedy zejména negativní vlivy související se životním stylem a životním prostředím. Ženy více kouří a jsou v posledních desetiletích daleko více schované v kancelářích. S tím souvisí nedostatek přímého slunečního svitu a tím vitamínu D. To jsou faktory, které mají na roztroušenou sklerózu prokazatelně vliv. Dalším z uvažovaných vlivů může být fakt, že se posunula doba porodu prvního dítěte často až po třicátém roce života. A to může ovlivňovat určité hormonální procesy. Ale není to úplně jasné.

■ A jak se vysvětluje celkově vyšší výskyt nemoci?

I těchto faktorů může být více. Zvažuje se i takzvaná „hygienická hypotéza“, tedy že pro vývoj člověka není zase tak špatné, když jako mimino leze po zemi a strká do pusy kamení a podobné věci. Dnešní často velmi sterilní prostředí, které někteří rodiče vytvářejí, může mít na tvorbu a dozrávání imunitního systému negativní vliv. Protože za normálních okolností je tělo vystaveno přirozeným antigenům a to je dobře. Dnes je ovšem doba někdy až hygienického

Pacientům s diagnózou roztroušené sklerózy se intenzivně věnují i v sanatoriu ve slezských Klimkovicích. Program kombinuje různé druhy pohybových procedur.



Jedním z faktorů, které mají na propuknutí roztroušené sklerózy vliv, je zřejmě i přehnaná čistota. Především v dětství by měl člověk přijít do styku s přirozenými antigeny a nechat je působit na svůj imunitní systém, aby si vytvořil protilátky, a také ho zaměstnat. Třeba alergolog Martin Fuchs vidí prudký vzrůst alergií právě v tom, že „naš imunitní systém nemá roupama co dělat“.



šílenství. Na Západě někteří rodiče už skoro všechno sterilizují a nic jiného dětem do ruky nedají.

■ Jak velkou roli hraje genetika?

Je jisté, že roztroušená skleróza nemá jednu konkrétní příčinu. Patří mezi takzvaná „komplexní genetická onemocnění“. Co to znamená? Víme, že potenciální pacient se rodí s určitou genetickou dispozicí. Ovšem i když tu dispozici má, neznamená to, že u něj nemoc sto procentně propukne. Geny se totiž poměrně složitě přepisují do finálních stavebních kamenů (například bílkovin) a při tom se mohou uplatnit zmiňované vlivy vnějšího prostředí. Nejde navíc o velkou poruchu v jednom genu, ale o drobné odchylky v řadě genů, které často souvisejí s činnostmi imunitního systému. Ostatně i jiná autoimunitní onemocnění, jako třeba lupénka, Crohnova nemoc či revmatoidní artritida, mají poruchy v podobné síti genů, které regulují imunitní systém. Prostě se rodíme s nějakou genetickou dispozicí a v průběhu života na nás působí různé faktory, které to mohou spustit, nebo taky ne. Je ovšem velmi složité odhalit, o jaké skupiny genů jde, i když se o to samozřejmě snažíme.

■ Jak?

Naše RS centrum je zapojené do mezinárodního genetického projektu, kde se zkoumají odchylky v genech u extrémních případů – pacientů s velmi lehkou a velmi těžkou formou roztroušené sklerózy. Na takový výzkum nestačí stovky vzorků, jsou

jich třeba řádově tisíce, proto jsou zapojena různá pracoviště po světě... To je rozdíl třeba ve srovnání s Huntingtonovou chorobou (dědičné neurodegenerativní onemocnění, charakteristické trhavými pohyby těla, změnou osobnosti a postupující demencí, pozn. red.), u níž se na jednom jediném genu dá s vysokou pravděpodobností poznat, zda nemoc máte, nebo ne. A dá se to zjistit třeba už u plodu v děloze. U roztroušené sklerózy tomu tak bohužel není. Vedle zmiňovaných genetických faktorů, kouření či nedostatku vitamínu D, hrají roli i virová onemocnění a zřejmě také složení mikroorganismů v tlustém střevě. Takže podstatnou roli může hrát i stravování. Těch faktorů je pro-

Zánětlivá ložiska roztroušené sklerózy mohou lékaři v RS centrech diagnostikovat pomocí magnetické rezonance a speciálních počítačových programů, které zaznamenávají i velmi malé úbytky mozkové hmoty pacienta.



stě celá řada. Důležité ovšem je, že se zřejmě musí objevit v dětství či v dospívání.

■ Můžete popsat podíl těch virů?

Jde zvláště o skupinu herpetovirů (herpetické viry patří mezi nejrozšířenější viry v živočišné říši a jsou původci širokého spektra nemocí, počínaje oparem přes plané neštovice a infekční mononukleózu až třeba po nádorové bujení, pozn. red.). Třeba EB virus (virus Epstein-Barrové) s námi laicky řečeno bydlí jako jmelí na stromech. V běžné populaci se vyskytuje u 90 % lidí a zdraví lidé kontakt s ním přejdou buď bez příznaků, nebo lehkou virózou. U našich pacientů se ale setká-

„Tyhle viry s námi bydlí jako jmelí na stromech.“

váme s protilátkami v 95 až téměř ve 100 procentech případů. Problém navíc asi je, že se s virem zřejmě potkali až v době dospívání, nebo teprve v pubertě, místo už v dětství či v předškolním věku. První infekce pak často proběhne pod obrazem infekční mononukleózy, a to v době dozrávání imunitního systému není optimální. Neznamená to ale, že každý člověk, který prodělal infekční mononukleózu, automaticky později dostane roztroušenou sklerózu, tak to opravdu není.

■ Také jste říkala, že roli velmi pravděpodobně hraje i osídlení tlustého střeva mikroorganismy, tedy jejich složení.

Střevo je jedním z nejdůležitějších imunitních orgánů. Právě přes něj jsou imunitnímu

systému nabízeny antigeny z vnějšího světa. Špatná strava obsahující špatné antigeny tak může mít zásadní vliv na vznik různých poruch imunitního systému a vznik autoimunitních onemocnění. Mikrobiota je ale natolik složitá, že jsme v podstatě stále na začátku. (Mikrobiota, neboli mikroflóra nebo mikrobiom, je společenství všech mikroorganismů v těle. Většina bakterií žije v tlustém střevě – pomáhají mj. zpracovávat potravu, ale jejich složení má vliv i na to, zda člověk tloustne nebo hubne, ovlivňují imunitní systém, metabolismus, ale také centrální nervovou soustavu, a tím i naše chování a náladu. Proto se také střevnímu mikrobiomu říká „druhý mozek“, pozn. red.) Ukazuje se ovšem, že příznivý vliv by mohly mít přírodní látky, které podporují osídlení tlustého střeva správnými bakteriemi, například kysané zelí, kysané mléčné výrobky a podobně. Prostě tyhle přirozené věci.

■ **Roztroušená skleróza nejde vyléčit, ale za poslední roky dokážou lékaři u většině pacientů postup nemoci zastavit nebo zpomalit.**

Foto: David Neff / MAFRA, Shutterstock.com

Během posledních dvaceti let došlo k zásadnímu pokroku v léčbě. 90. léta přinesla první preparáty biologické léčby. Obecně interferony a glatiramer acetát, které se aplikují injekčně. Po letech už víme, že tyto léky stabilizují zhruba 30 % pacientů. Jejich výhodou je, že jsou velmi bezpečné. Říká se jim léky první linie. V roce 2005 (v Česku



Negativní vlivy prostředí, výživy a životního stylu se podepisuje na naší DNA šroubovici, na tom, kdy bude jaká „klimbající“ dispozice v DNA aktivována, nebo naopak potlačena. Roli tak hraje i kouření, nedostatek slunečního záření, a tím vitamínu D.

„Bílé krvinky útočí na obaly nervových vláken.“

v roce 2008) přišla na trh první monoklonální protilátka. Zní to trochu divoce, ale jde v podstatě o bílkovinu, která je vyrobená speciálními biotechnologiemi tak, že po vstupu do lidského těla je schopná se cíleně navázat na určitou strukturu. V případě tohoto léku je to struktura na povrchu zánětlivé bílé krvinky, které se tím znemožní přestoupit z krevního řečiště do mozku. A tím nemůže škodit.

■ **To zní trochu jako alchymie.**

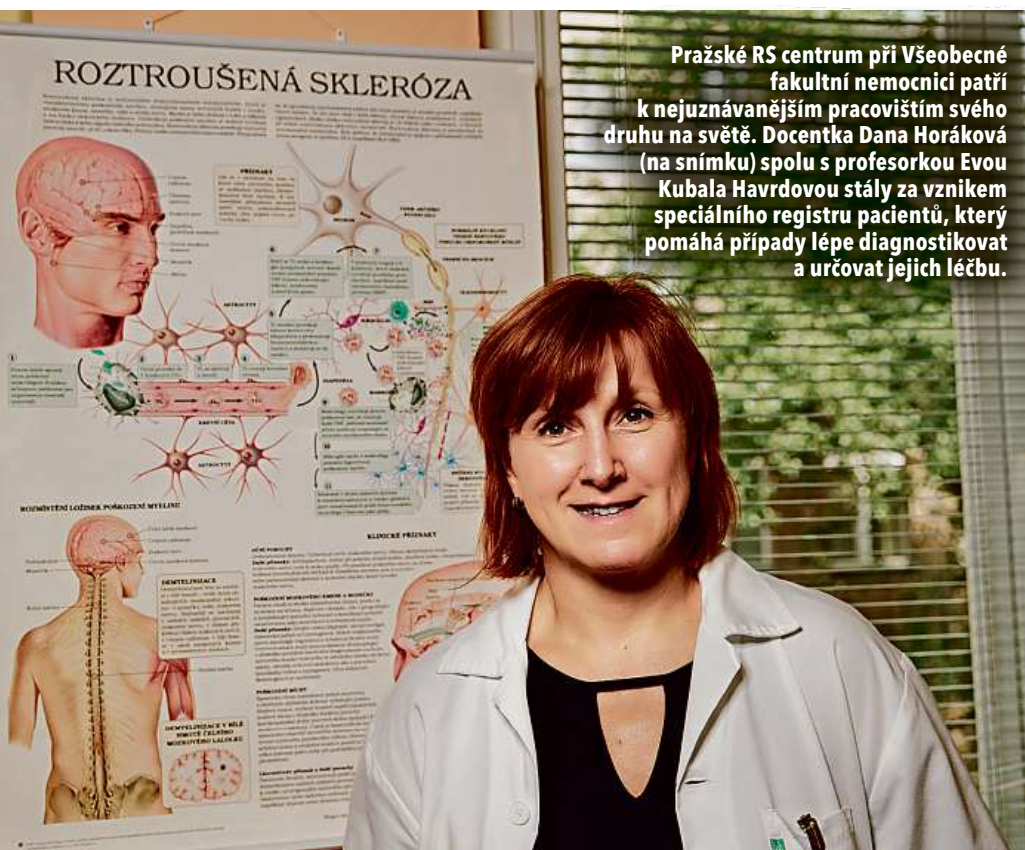
Lék má sice výborný efekt, nicméně imunitní systém si to jen tak nenechal líbit. Začaly se objevovat případy závažné, až smrtelné virové infekce PML (zánětlivé postižení bílé hmoty mozku, pozn. red.). Z nějakého důvodu virus, který většina populace má a nijak nám nevadí, tak u části léčených pacientů zmutoval, zbláznil se. A vedl k těžkému poškození mozku až k úmrtí. Na světě je v současnosti hlášeno více než 800 případů této komplikace a zhruba 23 % z nich skončilo smrtí.

■ **Vím, že to bude znít hrozivě, ale v celosvětovém měřítku milionů pacientů mi to zase tolik nepřijde.**

No, ve světle toho, že na roztroušenou sklerózu normálně pacient urgentně neumírá, tak to není dobré číslo. U roztroušené sklerózy bez léčby máte vyhlídku, že budete invalidní, ale většinou nehrozí, že umřete do půl roku. Nastavili jsme proto bezpečnostní strategii, která zjišťuje, kdo z pacientů ten konkrétní virus v sobě má a kdo ne. U těch, kteří ho mají, v podstatě ten lék nedáváme. Za posledních deset let ale vstoupily na trh další léky, včetně nových monoklonálních protilátek, které jsou velmi účinné, ale každý z nich má zase nějaké nežádoucí účinky. Nechci ale, aby to znělo děsivě. Tyto nové léky jsou schopné stabilizovat 70 až 80 % pacientů a většinu z nich dávají velký benefit. Přinášejí ovšem i bezpečnostní rizika, takže je nutné s každým pacientem léčbu individuálně diskutovat a zjistit, do jakého rizika je ochoten jít.

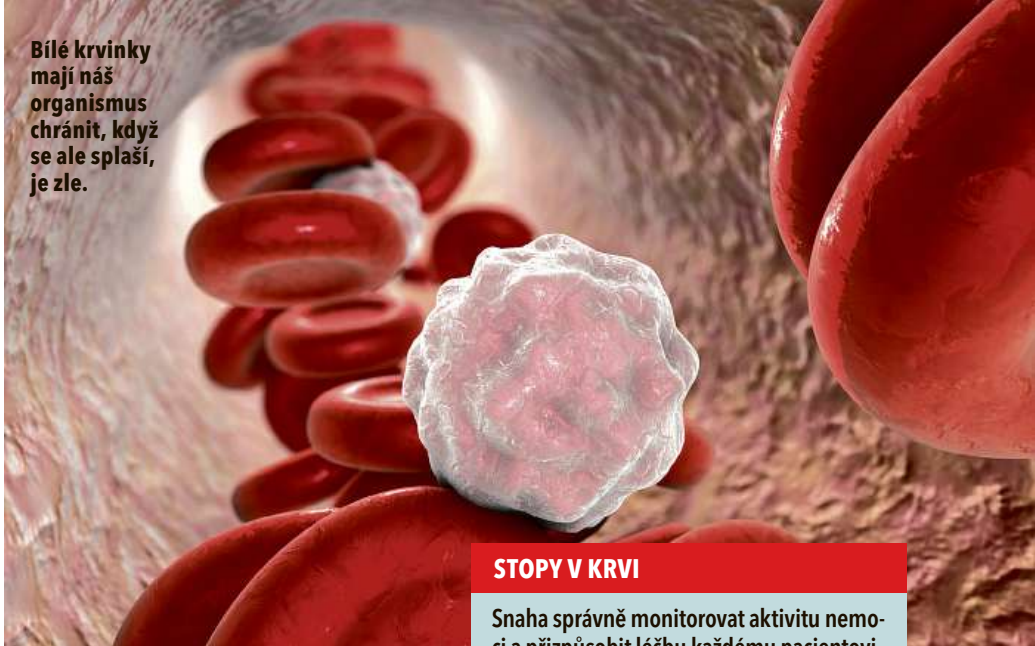
■ **Účinnost až 80 procent vypadá ale slibně, ne?**

Souhlasím. Klíčové ovšem je, kdy pacienta začneme léčit. Na začátku nemoci je to



Pražské RS centrum při Všeobecné fakultní nemocnici patří k nejuznávanějším pracovištím svého druhu na světě. Docentka Dana Horáková (na snímku) spolu s profesorkou Evou Kubalou Havrdovou stály za vznikem speciálního registru pacientů, který pomáhá případy lépe diagnostikovat a určovat jejich léčbu.

Bílé krvinky mají náš organismus chránit, když se ale splaší, je zle.



tiž mozek s minimálním poškozením. Pokud ovšem v téhle fázi zánět nezastavíme, tak dochází k ničení dalších a dalších nervových buněk, které neumíme nahradit. Všechny naše současné léky jsou totiž protizánětlivé a žádný z nich neumí „slepit“ již potrhána vlákna a obnovit zničené nervové buňky. To znamená, že se léky musí nasadit včas. V léčbě pak musíme u většiny pacientů pokračovat celý život. Komplikuje to fakt, že řada pacientů nemusí na konkrétní lék reagovat, takže je musíme velmi podrobně monitorovat a případně léčbu změnit či zesílit. Nové, účinnější léky jsou ale podstatně dražší a bohužel přístup k této terapii je omezen úhradovými pravidly, které jsou v Česku přísnější než v řadě západních zemí. Naši pacienti se tak dostávají k účinné léčbě pozdě a pak jim nemusí fungovat tak, jak by mohla, pokud by ji dostali včas.

■ O jakých částkách se bavíme?

Léčba jednoho pacienta se pohybuje zhruba mezi 200 000 až 400 000 Kč ročně. Jak jsem ale řekla, tihle pacienti jsou většinou mladí a v produktivním věku. A u většiny nebyla v dětství nebo dospívání možná prevence.

■ Mluvili jsme o tom, co člověku škodí. Špatné strava, zakouřené prostředí a podobně...

To ano, ale jako dítě tohle těžko ovlivníte, nerozhodujete o tom. To by musela být otázka celé populace a nadnárodních koncernů, které tady jídlo vyrábějí. Aby se nedělalo tolik sladkého, tolik smaženého a podobně. To je problém celé západní populace. Životní styl vám pak v dospělosti

samozřejmě pomůže udržet roztroušenou sklerózu na uzdě. To je zásadní věc. A současný moderní přístup léčby musí kromě nasazení účinných léků od počátku nemoci zajistit i vzdělávání pacientů a tlak na zdravý životní styl.

■ Možná se zeptám hloupě, ale není pro vás těžké z nějakého objemu peněz rozhodovat, který pacient dostane tuhle drahou léčbu a který ne?

Naštěstí žijeme v České republice, kde to není v tomhle ohledu tak špatné jako v řadě jiných postkomunistických zemí. Česká legislativa je postavená tak, že pacient může dostat vše dostupné. De iure. Samozřejmě pak v realitě je to trochu jiné. Zákony jsou postaveny neadekvátně finanční situaci. Jako lékaři si ovšem nesmíme nechat dát toho Černého Petra do ruky a takhle rozhodovat. Já jsem prostě lékař a mojí povinností je informovat pacienta o všech dostupných léčích. A pokud mu to pojišťovna nebo stát nechtějí dát, tak ať to rozhodnou ony. Mu-

STOPY V KRVI

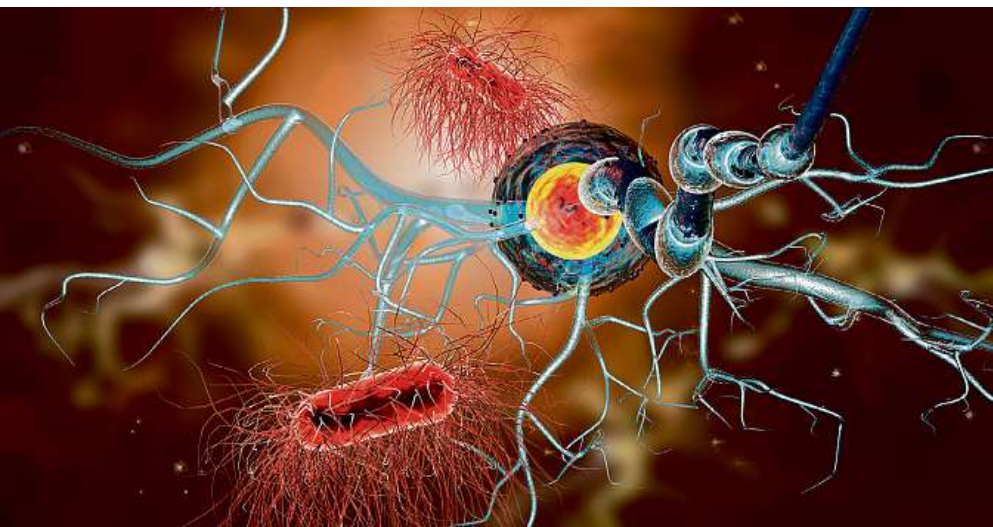
Snaha správně monitorovat aktivitu nemoci a přizpůsobit léčbu každému pacientovi na míru vedou vědce a lékaře ke zkoumání stopových látek v krvi. Podobně jako třeba u některých nádorových onemocnění. Vylepšení technologií přineslo i možnost zobrazení jedné z těchto stopových látek v krvi. Jde o tzv. neurofilamenta, stavební bílkoviny nervových vláken. Když se toto vlákno z jakéhokoliv důvodu přetrhne, uvolní se tyto látky do mozkomíšního moku. Dříve se daly odhalit jen nepříjemnou lumbální punkcí, dnes dokážou laboratoře zachytit i nepatrné množství tohoto proteínu, jež prostoupí do krve. Pravidelné odběry krve mohou také napovědět, zda pacientovi podávaný lék zabírá.

sím ale na rovinu říct, že se mi lépe bojuje za mladého pacienta s roztroušenou sklerózou než za 130kilového diabetika. Na léčbu cukrovky tady proteče 30 až 40 miliard korun ročně, u roztroušené sklerózy jde o dvě až tři miliardy. Navíc u cukrovky jsou desetitisíce pacientů, kteří by ji změnou životního stylu mohli přinejmenším stabilizovat.

„V horku a ve stresu mají pacienti problém.“

■ Už bylo řečeno, že mezi pacienty s roztroušenou sklerózou přibývá hlavně žen. Mohou pak třeba otěhotnět?

Drtivá většina z nich dítě mít může a také ho i má. Zajímavé je, že se v průběhu těhotenství nemoc stabilizuje přirozeně (jde o tzv. protizánětlivý efekt „těhotenských“ hormonů, pozn. red.). V těle ženy je najednou antigenně cizí plod a imunitní systém je tak chytrý, že potlačí automimunitní procesy. Kdybychom věděli, jak to dělá, tak by se to dalo použít v léčbě, ale na to zatím nikdo nepřišel.



▲ Roztroušená skleróza je autoimunitní choroba, kdy vlastní bílé krvinky pacienta napadají obaly nervových vláken a poškozují je. Zásadně se tím snižuje rychlost přenosu signálu mezi neurony a postupně ubývá i jejich počet.

■ Tedy aby se systém tvářil jako trvalé těhotenství?

Ano. Ale problém je, že hra hormonů může způsobit řadu nádorů. Takže cestu tímto směrem nepředpokládám. První půlrok po porodu je naopak pro naše pacientky zvýšené riziko nějaké ataky nemoci. Dítě znamená nevyspaní, častější infekce, nápor na psychiku. A to všechno je pro pacientky s roztroušenou sklerózou nebezpečná zátěž. Samozřejmě že dítě přinese i spoustu radosti, ale má to svá rizika. Proto i tyhle věci probíráme individuálně. Velmi důležité pak je, aby se pacientka po porodu a krátkém kojení vrátila na účinnou léčbu, která výrazně zvyšuje šanci, že bude fungovat jako normální zdravá maminka a neoslepne nebo neochrne třeba ve dvou letech dítěte.

■ Pro pacienta s roztroušenou sklerózou může být problém stres, ale třeba i zvýšená teplota. Proč?

Ve zdravém těle je v podstatě energeticky neoptimálnější nastavení. Při každé nemoci se ale energetický stav organismu zhoršuje. Už jsme mluvili o tom, že při roztroušené skleróze jsou napadány obaly nervových vláken, tzv. myelinové pochvy. Když je u našich pacientů tenhle kabátek nervových vláken poškozený, tak oligodendrocyt (buňka tvořící myelin) je sice schopný ho opravit, ale ten nový kabátek už není tak dobrý. A všechno další je pak energeticky náročnější. Takže nervová buňka musí pracovat s daleko větším výkonem a má vyšší šanci, že to nevydrží a zanikne. Naši paci-

▼ **O tom, zda je člověk zdravý, nebo nemocný, nerozhodují jen srdce, plíce nebo játra. Alfou a omegou, ovlivňující lidskou imunitu a metabolismus, jsou střeva. Složení bakterií ve střevě má zřejmě zásadní vliv na vznik autoimunitních nemocí, kam patří i roztroušená skleróza. Ve střevě máme bakterií několik desítek bilionů a váží až 1,5 kg, tedy zhruba tolik co mozek. Především ale řídí náš život víc, než jsme si ochotni připustit. Plní nezastupitelnou roli při trávení potravy, ale ovlivňují i naše náladu, chutě a hrají klíčovou roli v řadě onemocnění.**

V rámci pravidelných testů se u pacientů s roztroušenou sklerózou zkouší i jejich kognitivní (poznávací) a paměťové schopnosti. Nemoc je zákeřná v tom, že po prvních problémech pacienta roky nic nebolí, ale ubývá mu mozková hmota a nervové spoje.



enti se třeba snaže unaví v horku. Vysvětlím to na příkladu. Když chci zvednout ruku, tak jde o nervovou dráhu, která má například milion nervových vláken. Abych ruku skutečně zvedla, tak potřebuji ve skutečnosti třeba jen 800 000 vláken a zbývajících

„Bez léčby ubývá mozková hmota tempem až 1,5 % ročně.“

200 000 mám jako rezervu. Náš pacient ale už těch funkčních vláken nemá milion, ale třeba jenom 830 tisíc. Dokud je v klidu, v chladu, tak je to v pořádku. Když se ale nervová dráha zahřeje, tak se vedení po této dráze zpomalí. Takže v horku a ve stresu má problém. Najednou těch 830 000 vláken

nestačí. Mám pacienty, kteří normálně fungují, ale kdyby se zahřáli třeba při nějakém sportovním výkonu, tak to nervové vedení přestane fungovat. Jiní jsou třeba při horečce zcela nepohybliví. A v tom je roztroušená skleróza zákeřná.

■ Zákeřná? Jak to myslíte?

Budete mít první ataku v životě (*první projev zánětu, pozn. red.*), která se projeví například, že na několik dnů nebo týdnů přestanete vidět na jedno oko. Nebo vás bude silně brnět noha. Po odeznění ale řadu dalších měsíců nebo i let nemusíte mít vůbec žádné problémy. Nemoc ovšem v těle pracuje a ničí skryté rezervy vašich nervových buněk. Když pak přijдете k nám, už může být nemoc dost rozjetá. Problém je, že mozek je schovaný uvnitř lebky a není moc možností, jak se na něj podívat. Klíčovým vyšetřením je magnetická rezonance. Pokud ale chcete přesněji určit stupeň poškození, potřebujete speciální programy, které umožní tato složitá měření provádět.

■ O co jde?

Na našem pracovišti se tímto výzkumem zabýváme více než dvacet let. Během této doby se nám do praxe podařilo zavést systém monitorování používající programy, jež jsou schopny nejenom ukázat nová ložiska nemoci, ale umí tyto věci i změřit. Pokud je zánět velmi aktivní, ničí mozek daleko výrazněji a rychleji se ztrácí mozková hmota. Jde o takzvanou mozkovou atrofii. Jako jedni z mála na světě jsme ji schopni změřit. U zdravého člověka je normální, že mu ubývá mozková hmota tempem zhruba 0,3 procenta ročně (*průměrný objem mozku u dospělého člověka je 1 200 až 1 500 cm³, pozn. red.*). Lidem s roztroušenou sklerózou ubývá ale bez léčby ročně 0,6 až 1,5 procenta.

Josef Hympl

