

# Autonomní dysfunkce a její diagnostika u roztroušené sklerózy

## Autonomic Dysfunction and its Diagnostic Tools in Multiple Sclerosis

### Souhrn

Dysfunkce autonomního nervového systému patří k častým klinickým projevům roztroušené sklerózy (RS). Incidence autonomní dysfunkce (AD) u pacientů s RS se v různých studiích pohybuje mezi 16 a 80 % a jednoznačně se zvyšuje s délkou trvání RS a progredující disabilitou. Může se však projevit v kterékoli fázi demyelinizačního onemocnění a dokonce může být jeho prvním klinickým projevem. AD významně ovlivňuje kvalitu života pacientů s RS a přispívá k celkové disabilitě. Přesto postižení autonomního nervového systému patří mezi stále relativně poddiagnostikované symptomy tohoto onemocnění. Nejčastějším a nejzávažnějším typem AD u pacientů s RS je narušení funkce kardiovaskulárního a/nebo urogenitálního systému. Méně častá je dysfunkce gastrointestinální, sudomotorická či narušení pupilomotoriky. Autonomní (především kardiovaskulární) dysfunkce u pacientů s RS také úzce souvisí s rozvojem únavy. Cílem tohoto sdělení je poskytnout přehled jednotlivých typů AD u pacientů s RS a možností jejich diagnostiky.

### Abstract

Autonomic nervous system dysfunction (AD) represents a frequent clinical presentation of multiple sclerosis (MS). According to published studies, the incidence of AD in MS patients ranges between 16 and 80% and gradually increases with the length of the demyelinating disease and with the progression of disability. However, AD can occur in any phase of MS and can even represent its first symptom in some patients. Autonomic dysfunction has a significant negative impact on the quality of life in MS patients and contributes to overall disability. Even so, autonomic nervous system dysfunction is frequently underdiagnosed in patients with multiple sclerosis. Cardiovascular and urogenital dysfunction are the most frequent types of AD in MS patients with the highest impact on their clinical status and the quality of life. Less frequently, gastrointestinal, sudomotor or pupilomotor dysfunction can be found. Autonomic (in particular cardiovascular) dysfunction in multiple sclerosis is closely related to fatigue, another frequent clinical symptom in MS patients. The aim of this paper is to sum up the spectrum of symptoms of autonomic dysfunction in multiple sclerosis and its diagnostic tools.

Tato publikace vznikla na Masarykově univerzitě v rámci projektu „Diagnostika a patofyziologie neuropatické bolesti“ číslo MUNI/A/1072/2015 podpořeného z prostředků účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum, kterou poskytlo MŠMT v roce 2016, grantovým projektem Interní Grantové Agentury (IGA MZ ČR NT 13523-4), projektem MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705) a interními zdroji CEITEC MUNI.

**Autoři deklarují, že v souvislosti s předmětem studie nemají žádné komerční zájmy.**

The authors declare they have no potential conflicts of interest concerning drugs, products, or services used in the study.

**Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.**

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

**I. Šrotová, E. Vlčková, J. Bednařík**

Neurologická klinika LF MU a FN Brno  
CEITEC – Středoevropský technologický institut, MU, Brno



**MUDr. Eva Vlčková, Ph.D.**

**Neurologická klinika**

**LF MU a FN Brno**

**Jihlavská 20**

**625 00 Brno**

**e-mail: evlckova@email.cz**

Přijato k recenzi: 12. 11. 2015

Přijato do tisku: 14. 1. 2016

### Klíčová slova

roztroušená skleróza – dysfunkce autonomního nervového systému – ortostatická intolerance – močová inkontinence – močová retence – sexuální dysfunkce – gastrointestinální dysfunkce – pocení

### Key words

multiple sclerosis – autonomic nervous system diseases – orthostatic intolerance – urinary incontinence – urinary retention – sexual dysfunction – gastrointestinal dysfunction – sweating

## Úvod

Autonomní dysfunkce (AD) je častý a závažný symptom roztroušené sklerózy (RS) [1,2], který významně ovlivňuje kvalitu života pacientů s tímto onemocněním [3].

Incidence autonomních symptomů se u pacientů s RS dle různých studií pohybuje v rozmezí od 16 do 80 % [4]. Výskyt subjektivně vnímaných obtíží je přitom poněkud častější než objektivní průkaz AD pomocí příslušných paraklinických (většinou elektrofyziologických) metod [1].

Postižení autonomního nervového systému (ANS) se může objevit již v počátečních fázích neurologického onemocnění [4], nejčastěji ale výskyt symptomů vegetativní dysfunkce narůstá s délkou trvání onemocnění RS [5].

U pacientů s RS dochází v různé míře k postižení sympatického i parasympatického nervového systému. Sympatická dysfunkce vzrůstá s délkou trvání RS, zatímco postižení parasympatiky koreluje spíše s progresí klinické disability [6].

Etiopatogeneze rozvoje AD u RS je vysvětlována přítomností demyelinizačních lézí ve strukturách mozku a míchy, odpovědných za centrální regulaci ANS. Jedná se především o léze oblasti v okolí 4. mozkové komory v mozkovém kmeni a o postižení prodloužené a spinální míchy [7,8]. Saari et al prokázali, že míra postižení ANS u pacientů s RS je přímo úměrná celkovému objemu lézí na magnetické rezonanci (MR) mozku [9]. Tato korelace neplatí u postižení spinální míchy, kde míra AD souvisí spíše s míšními atrofií než s přítomností demyelinizačních ložisek. AD u pacientů s RS tedy vzniká nejen jako důsledek demyelinizace, ale také v rámci axonální ztráty (např. jako podkladu spinální atrofie) [10].

Klinická manifestace AD u pacientů s RS je poměrně variabilní. Mezi nejčastější projevy patří sfinkterová dysfunkce a dysfunkce kardiovaskulární [4]. Ostatní symptomy (např. sudomotorické, gastrointestinální, sexuální a pupilomotorické) se vyskytují méně často [4]. Většina zmíněných projevů vegetativní dysfunkce přispívá k celkové disability pacientů s RS [5].

Ačkoliv postižení ANS jednoznačně patří mezi časté projevy RS, řada jeho symptomů zůstává stále poddiagnostikována a klinická manifestace AD převážně není zohledňována ani při hodnocení disability. V současné době je k popsání celkové míry disability u pacientů s RS nejčastěji využívána Kurtzkeho škála (Kurtzke Expanded Disabi-

lity Status Scale; EDSS) [11]. V této škále jsou však symptomy AD uváděny pouze okrajově (jedná se především o dotazy zaměřené na sfinkterové a sexuální dysfunkce) [4].

Projevy AD významně ovlivňují kvalitu života pacientů s RS a jedná se o závažné a zčásti ovlivnitelné symptomy. V klinické praxi je proto vhodné diagnostikovat jejich přítomnost, a to zejména pomocí cílených anamnestických dotazů. Ještě výhodnější jsou pro tento účel specializované dotazníky, z nichž některé umožňují nejen zhodnotit přítomnost daného typu klinických obtíží, ale také do určité míry kvantifikovat jejich závažnost [12–14].

Pro účely vědeckých studií je v současné době zřejmě nejčastěji využívaným dotazníkem, zaměřeným na dysfunkci ANS, tzv. Autonomic Symptom Profile (ASP) [12]. Tento dotazník zahrnuje 169 položek a je rozdělen na dílčí škály odpovídající jednotlivým typům AD. Je zaměřen na nejvýznamnější a nejčastější symptomy AD. Dotazník je strukturován, což usnadňuje jeho vyplňování. Část otázek je cílena na přítomnost daného typu klinických obtíží. V případě potvrzení jejich výskytu je pacient následně směřován k zodpovězení doplňujících otázek umožňujících zpřesnění informací o příslušných autonomních symptomech. Vyplnění trvá asi 30 min a po základní instrukci je zvládné pacient vyplnit samostatně [12]. Dotazník byl poprvé publikován v roce 1999 a dále se rutinně užívá. Poskytuje komplexní a detailní informace o celém spektru autonomních funkcí. Jedinou nevýhodou je velký rozsah dotazníku a s ním související již zmiňovaná časová náročnost jeho použití. Dosud nebyla publikována žádná studie zabývající se hodnocením ASP u pacientů s RS.

Dalším dotazníkem zaměřeným na diagnostiku AD je COMPASS 31 (Composite Autonomic Symptom Score) [13,14]. Jedná se v podstatě o zkrácenou verzi ASP, která opět umožňuje diagnostikovat přítomnost celého spektra symptomů AD a také kvantifikovat jejich závažnost. Skládá se z dílčích škál zaměřených na ortostatickou intoleranci a vazomotorickou, sudomotorickou, gastrointestinální, sfinkterovou a pupilomotorickou dysfunkci. Dotazník se široce využívá k diagnostice AD u periferních neuropatií vč. polyneuropatie tenkých vláken [14]. Recentně byl validován také k diagnostice AD u pacientů s RS [3].

K základní orientační diagnostice AD je možné využít též jednoduchý dotazník [15], který byl cíleně vytvořen právě za účelem

rychlé a snadné identifikace příznaků AD u pacientů s RS [15]. Zahrnuje šest základních položek, z nichž každá reflektuje jeden ze základních typů AD při RS (ortostatickou intoleranci, změny kožního prokrvení, dysfunkci termoregulační, sfinkterovou a sexuální a gastroparézu) [15]. U každé z těchto položek jsou podrobněji vysvětleny možné klinické projevy. Pacient pak každou z těchto šesti položek skóruje „ano“ nebo „ne“ podle toho, zda pociťuje alespoň některý z vyjmenovaných příznaků [15].

AD lze dále objektivizovat pomocí paraklinických metod, a to nejčastěji metod elektrofyziologických. K diagnostice kardiovaskulární AD je využíván především HUT test (Head Up Tilt test – test na nakloněné rovině), analýza variability srdeční frekvence (tzv. Ewingovy testy či analýza spektrální), případně handgrip test. K průkazu dysfunkce sudomotorické lze využít např. sympatickou kožní odpověď (Sympathetic Skin Response; SSR), kvantitativní sudomotorický axon reflex (Quantitative Sudomotor Axon Reflex Test; QSART) nebo termoregulační potní test (Thermoregulatory Sweat Test; TST). Pro diagnostiku sfinkterové a sexuální dysfunkce mohou být použity urodynamické vyšetřovací metody a dále somatosenzorické evokované potenciály (SEP) n. pudendus a motorické evokované potenciály (MEP) svalů pánevního dna.

## Typy AD u RS

Narušení centrální autonomní regulace může u pacientů s RS postihovat řadu funkčních systémů organismu. Z tohoto hlediska nejčastěji rozlišujeme dysfunkci kardiovaskulární, gastrointestinální, sexuální, pupilomotorickou, sudomotorickou a dysfunkci močového měchýře. K poruše autonomních funkcí má úzký vztah také únava a potíže se spánkem.

## Kardiovaskulární dysfunkce

Jedním z nejčastějších typů AD u pacientů s RS je kardiovaskulární autonomní dysfunkce (KD), která se projevuje zejména ortostatickou intolerancí. Kardiální dysfunkce se však u pacientů s RS může objevit i v jiné souvislosti než v rámci narušení funkce ANS (např. jako nežádoucí účinek terapie).

KD postihuje více než dvě třetiny pacientů s RS [16,17] a její výskyt vzrůstá s trváním onemocnění [16]. Podle některých studií její výskyt a závažnost koreluje se zvýšenou únavností u pacientů s RS [18,19].

Dominující klinickou manifestací KD je ortostatická intolerance, která je přítomna asi

u 50 % pacientů s RS [20]. Mezi typické symptomy ortostatické intolerance patří závrat, nauzea a palpitace, které se objevují v bezprostřední návaznosti na změnu polohy na vertikální (tj. obvykle po postavení) nebo při dlouhodobém stání nebo sezení.

V případech, že se u pacienta s RS náhle objeví recentní kardiální symptomy, je nezbytné na tyto obtíže nahlížet také jako na možný příznak akutní exacerbace RS (zejména v případech léze v oblastech relevantních centrální autonomní regulaci – viz výše). Akutně vzniklá léze centrálního nervového systému může navíc vést ke zvýšenému uvolnění katecholaminů, které následně způsobují nekrotické změny v kardiálních myocytech [21]. Tímto mechanismem pak může dojít k narušení endokardiálního převodního systému a vzniku sinusové bradykardie nebo paroxysmální fibrilace síní [22,23].

Popsány byly i případy rozvoje kardiogenního šoku a plicního edému, které se rozvinuly v rámci akutního relapsu RS [23,24], a to pravděpodobně v důsledku přítomnosti demyelinizačních lézí v mozgovém kmeni, jež vedou k narušení centrální autonomní regulace kardiopulmonálního systému [24,25].

KD se může objevit u pacientů s RS i jako nežádoucí účinek terapie demyelinizačního onemocnění, a to nejčastěji při léčbě kortikosteroidy, mitoxantronem nebo fingolimodem.

Kortikosteroidy jsou indikovány k léčbě akutní ataky RS. Standardní postup je podání metylprednizolonu v dávce 3–5 g během 3–7 dnů intravenózně [27]. Kortikosteroidy v uvedeném dávkování mohou vyvolat srdeční arytmiie [28], nejčastěji sinusové tachykardie nebo bradykardie. V ojedinělých případech se po podání kortikosteroidů objevují potíže charakteru atrioventrikulárního bloku, fibrilace síní nebo ventrikulární tachykardie [28]. Riziko rozvoje srdečních arytmií po podání vysokých dávek kortikoidů je vyšší u pacientů s RS s již prokázanou AD a dále u kuřáků [28].

Mitoxantron se v terapii RS používal především v minulosti. Jedná se o cytostatikum s antrachinonovou strukturou, které v současné době není v České republice pro léčbu RS registrováno, ale vzhledem k prokázanému klinickému efektu v terapii RS je jeho podání možné po individuálním schválení revizním lékařem především v indikaci rychle progredující RS [29]. Mitoxantron je přímo toxický pro kardiomyocyty a může vyvolat akutní, subakutní či chronické změny kardiální funkce, a to s vyšším rizikem u osob

s preexistujícím kardiálním onemocněním. Chronická kardiotoxicita je závislá na kumulativní dávce preparátu. Proto je v průběhu léčby nutné monitorovat srdeční ejekční frakci [30]. Echokardiografické vyšetření je nutno provádět před zahájením léčby a během ní. Pokles ejekční frakce pod 55 % je spojen s rizikem srdečního selhání a terapie mitoxantronem musí být ukončena [31].

Fingolimod patří mezi perorální specifickou terapii RS. Indikací k jeho nasazení je rychle progredující relaps-remitentní RS [32]. Fingolimod může způsobit zpomalení srdeční frekvence, a to jak u zdravých jedinců, tak u pacientů s RS [33]. Zpomalení tepové frekvence je většinou rychle regulováno a ke kompletní úpravě dochází během 4–6 hod [33]. Přechodné, klinicky asymptomatické bradykardie se po podání fingolimodu vyskytují u 0,5–2,4 % pacientů. U menší části nemocných (cca 0,9 %) může terapie fingolimodem vést k výraznějšímu ovlivnění kardiovaskulárních funkcí, přičemž mezi nejzávažnější patří atrioventrikulární blokáda, která se objevuje u 0,4 % pacientů léčených tímto přípravkem [34]. Pacienti s RS, u kterých je diagnostikováno postižení ANS, projevující se zvýšenou parasymptickou a sníženou sympatickou modulací, jsou vznikem bradykardie po podání fingolimodu ohroženi více [35].

Vzhledem k uvedenému riziku rozvoje bradykardie je důležité monitorovat pacienta po zahájení léčby během prvních 6 hod 12svodovým elektrokardiografickým vyšetřením (EKG), měřit krevní tlak a pulz každou hodinu a kontaktovat kardiologa v případech, kdy tepová frekvence klesne pod 40/min. Obecně je asymptomatická bradykardie po podání fingolimodu častá, ale přechodná a asistenci kardiologa obvykle nevyžaduje [35].

### Diagnostika KD pacientů s RS

K nejčastěji užívaným diagnostickým testům KD patří HUT test, statický zátěžový test (tzv. handgrip) využívající izometrickou svalovou kontrakci a testy variability srdeční frekvence s využitím metod časové a/nebo frekvenční analýzy.

#### HUT test

Při diagnostice KD u pacientů s RS se využívá především testu na nakloněné rovině s hlavou vzhůru (Head Up Tilt test; HUT test). HUT test je diagnostickou modalitou funkční kardiologie. S jeho pomocí lze studovat jak časné autonomní kardiovaskulární

reflexy (časná odpověď během 30–60 s), tak neurokardiogenní reflexy (pozdní odpověď za 30–60 min). V úvodu testu je změřen základní krevní tlak a srdeční frekvence po dobu 5 min u pacienta v horizontální poloze. Poté se provede elevace pacienta do 80° a oba parametry (tlak i tepová frekvence) se měří dalších 5–45 min (případně do objevení synkopy) v závislosti na tom, zda testujeme časné kardiovaskulární či neurokardiogenní reflexy. Časné autonomní kardiovaskulární reflexy jsou obdobné jako reflexní změny po postavení – změny tlaku jsou řízeny sympatiem, změny tepové frekvence parasymptikem. Na rozdíl od postavení dochází v časné fázi k přesunu 25–30 % venózní krve z centrálního do periferního kompartmentu, snížení venózního návratu k srdci a snížení srdečního výdeje. Snížená aferentace z baroreceptorů vede ke snížení tonu parasymptiku a následně zvýšení tonu sympatiku, k zvýšení cévního tonu a periferní rezistence. Krevní tlak fyziologicky nepoklesne. Neurokardiogenní reflexy jsou používány k detekci neurokardiogenní synkopy, u které dochází k hypotenzii a paradoxní bradykardii [36].

U pacientů s RS je pomocí HUT testu často diagnostikována ortostatická hypotenze (významný pokles krevního tlaku po postavení) nebo syndrom posturální ortostatické tachykardie (POTS) [37]. Za příčinu rozvoje obou těchto abnormalit je považováno narušení funkce sympatiku. U ortostatické hypotenze dochází vlivem této dysfunkce k dysbalanci vazokonstrikčních reflexů, které jsou odpovědné za udržení krevního tlaku po vertikalizaci [38]. POTS je charakterizován nárůstem tepové frekvence v návaznosti na vertikalizaci bez rozvoje ortostatické hypotenze a klinicky se projevuje symptomy ortostatické intolerance [39]. POTS se u pacientů s RS vyskytuje poměrně často a předpokládá se, že přímo souvisí s demyelinizačními změnami mozkového kmene [17,39].

#### Statický zátěžový test („handgrip“) – izometrická svalová kontrakce

Mezi další klinické testy, které slouží k hodnocení kardiovaskulární autonomní regulace, patří statický zátěžový test („handgrip“). Pacient vyvine izometrickou svalovou kontrakci (např. stisk ruky) po dobu 3–5 min silou odpovídající 30 % maxima. Svalová kontrakce zvyšuje afterload kompresí arteriál a zvýšením celkové periferní cévní rezistence. Fyziologicky by mělo dojít k zestupu diastolického tlaku o 15 mm Hg a zestupu tepové frekvence. Hodnoty zestupu tlaku

mezi 11–15 mm Hg jsou hodnoceny jako hraniční, hodnoty pod 10 mm Hg jsou jednoznačně patologické [40]. Test odráží především funkci sympatického nervového systému. U pacientů se sympatickou dysfunkcí při RS je většinou prokazován signifikantně nižší vzestup krevního tlaku oproti zdravým kontrolám [19,38].

### Hodnocení variability srdeční frekvence

Vliv autonomních nervových funkcí na kardiovaskulární systém odráží také hodnocení variability srdeční frekvence [41]. Pro její testování lze využít metody tzv. časové analýzy [41] (souhrnně označované jako tzv. Ewingovy testy) nebo analýzy frekvenční (pomocí tzv. spektrální analýzy) [42]. Obě metody vycházejí ze skutečnosti, že srdeční frekvence (obdobně jako další biologické parametry, např. krevní tlak) vykazuje při hodnocení v delších časových úsecích fyziologickou variabilitu, která se mění při dysfunkci ANS. Testování lze provádět v klidových podmínkách (vleže, při spontánním dýchání) nebo při aktivaci s použitím standardizovaných zkoušek se známým vlivem na aktivitu ANS, jakými jsou např. hluboké dýchání, Valsalvův manévr, statický zátěžový test („handgrip“) a zejména aktivní vertikalizace (tzv. ortostatická zkouška, resp. ortoklinostatický test (zkouška leh-stoj-leh) [41,42].

Nevýhodou metodiky je skutečnost, že variabilita srdeční frekvence je významně ovlivněna řadou patologických stavů, farmakologických vlivů i fyziologických proměnných, a nálezy tak mohou být zkresleny např. medikací (typicky betablokátory, digoxinem apod.), stejně jako výraznější aktuální psychickou zátěží a dalšími fyziologickými i patologickými proměnnými [41,42]. Testování také není hodnotitelné u pacientů s většinou typů srdečních arytmií.

### Časová analýza variability srdeční frekvence (Ewingovy testy)

Hodnocení variability srdeční frekvence (HRV) časovou analýzou je široce dostupný a relativně nenáročný test, jehož provedení umožňuje i většina běžně dostupných elektromyografických (EMG) přístrojů. Hodnocena bývá řada parametrů [41,42], které odráží zejména parasympatické autonomní funkce (i když v obecné rovině se na modulaci srdeční frekvence, tedy i na nálezech většiny zmíněných parametrů, podílí jak složka parasympatická, tak složka sympatická). Vedle hodnocení klidové HRV při normálním dýchání je sledována také

reakce ANS na různé typy aktivačních manévrů (nejčastěji Valsalvův manévr, hluboké dýchání a/nebo aktivní vertikalizaci) [41,42]. K hodnocení každého ze zmíněných zátěžových testů jsou užívány specifické parametry odrážející dynamiku fyziologické reakce kardiovaskulárního systému na daný typ aktivace.

Studie využívající pro hodnocení AD u pacientů s RS metody časové analýzy HRV nepřinášejí jednoznačné výsledky. Některé práce prokazují u pacientů s RS při 24hod holterovské monitoraci srdeční frekvence při normálním dýchání signifikantní pokles její HRV oproti zdravým kontrolám [43,44]. Hodnoty HRV v těchto studiích vykazovaly signifikantní negativní korelaci s disabilitou. Signifikantní alterace HRV v testu hlubokého dýchání byla prokázána i v další studii [45], zatímco jiné práce [19,38,46] prokazují sice mírnou redukci HRV, většinou ale nedosahující statistické významnosti. Test reakce na postavení bývá u pacientů s RS často významně abnormální a koreluje se zvýšenou únavností [19,38]. Reakce HRV na Valsalvův manévr se u pacientů s RS většinou signifikantně neliší od zdravých kontrol [19,38,46].

### Frekvenční (spektrální) analýza variability srdeční frekvence (SAHRV)

Alternativou předchozí metodiky je testování variability srdeční frekvence pomocí spektrální analýzy (SAHRV) [47]. Na rozdíl od analýzy časové umožňuje tato metoda validnější odlišení aktivity sympatické a parasympatické složky ANS, a tedy hodnocení balance vagu a sympatiku [47]. Podstatou metodiky je skutečnost, že kolísání srdeční frekvence probíhá současně v různých rytmech, které mají z fyziologického hlediska odlišný význam. Jednotlivé frekvence, na nichž ke zmíněné oscilaci dochází, lze pomocí spektrální analýzy vzájemně odlišit a rozdělit do několika (obvykle čtyř) pásem [47], která odrážejí funkce různých složek ANS [47,48].

Nejvýznamnější je pásmo nízkofrekvenční (v rozsahu 0,04–0,15 Hz), které reflektuje současně aktivitu sympatiku i vagu (příčemž míra jejich zastoupení závisí na vyšetřované situaci, např. poloze těla). Souvisí zřejmě s periodickými změnami periferní cévní rezistence a dále s baroreflexními mechanismy. Vysokofrekvenční pásmo (0,15–0,40 Hz) odráží zejména aktivitu vagu spojenou s fyziologickou respirační arytmií. Fyziologický podklad zbylých dvou frekvenčních pásem, tj. pásma ultranízkofrekvenčního (do 0,0033 Hz) a velmi nízkofrekvenčního (very

low frequency, 0,0033–0,04 Hz), není dosud jednoznačně objasněn. Tato frekvenční pásma proto většina publikovaných studií nezohledňuje [48].

Obdobně jako při využití metod časové analýzy lze HRV testovanou pomocí spektrální analýzy hodnotit v klidovém stavu (při spontánním dýchání) a/nebo za standardizovaných zkoušek. Nejčastějším aktivačním manévrem je zde ortoklinostatický test (zkouška leh-stoj-leh) [47].

SAHRV představuje, zejména s ohledem na zmíněnou lepší možnost odlišení podílu sympatické a vagové aktivity, vylepšení dříve užívaných metodik.

Podobně jako v případě metod časové analýzy HRV přináší také vyšetření SAHRV u pacientů s RS v různých studiích poměrně nejednoznačné výsledky. Brezinova et al prokázali u pacientů s RS metodou spektrální analýzy pokles HRV ve všech hodnocených frekvenčních pásmech [45], který koreluje s alterací sympatických i parasympatických funkcí. Jiní autoři našli signifikantní změny parametrů SAHRV pouze u pacientů s RS s klinickými známkami ortostatické intolerance [38]. Další studie prokazují zase změny především v nízkofrekvenčních pásmech [46].

Příčinou rozdílných výsledků zmíněných studií může být různý klinický stav sledovaných pacientů. Variabilita srdeční frekvence signifikantně klesá v důsledku inaktivity, a negativní korelace s disabilitou je tedy logická a zcela očekávatelná. U pacientů s pokročilejší disabilitou jsou proto alterovány nálezy více testů HRV, a to výrazněji oproti pacientům s méně pokročilým základním onemocněním.

### Dysfunkce močového měchýře

Celoživotní prevalence symptomů vyplývajících z dysfunkce močového měchýře je u pacientů s RS u více než 97 % [49]. U 9 % pacientů s RS je porucha močení prvním příznakem neurologického onemocnění a u 2 % pacientů je mikční dysfunkce jeho jediným symptomem [49].

Dysfunkce močového měchýře vzniká nejčastěji jako přímý důsledek demyelinizačních lézí v míše, které vedou k narušení spojení mezi mikturickým centrem v dorzálním segmentu pontu a parasympatickými ganglii močového měchýře [50].

U pacientů s predilekční míšní lokalizací neurologického postižení je nejčastěji se vyskytující dysfunkcí močových cest hyperreflexie detruzoru. Klinicky se projevuje

symptomy hyperaktivního močového měchýře: frekventní močení u 17–65 %, urgence 24–86 % a urgentní inkontinence 34–72 % pacientů s RS. Další (méně častou) skupinou potíží jsou obstrukční příznaky [51].

Na základě suprapontinních lézí se až u 40 % pacientů s RS rozvine detruzoro-sfinkterová dyssynergie (DSD), při níž dochází k současným kontrakcím běžně antagonisticky působících svalů, tj. m. detrusor a m. sphincter, což vede ke zvýšení intravezikálního tlaku. Klinickými projevy DSD jsou epizody inkontinence provázené nedostatečným vyprázdněním. V menší míře dochází u pacientů s RS také k hypokontraktilitě detruzoru až k retenci moči. Jímací a evakuační příznaky se mohou i kombinovat. Asi 33 % pacientů s RS s diagnostikovanou hyperreflexií detruzoru trpí zároveň DSD [51]. Močová retence a přítomnost močového rezidua mohou vést k hydronefróze a chronickému renálnímu selhání [49]. Vysoká incidence poruch funkce močového měchýře u pacientů s RS je také podkladem podstatně častějších močových infekcí v této skupině pacientů ve srovnání se zdravou populací [52]. Uroinfekce (stejně jako jiné infekce u pacientů s RS) mohou u nich způsobit přechodné zhoršení neurologické symptomatiky a/nebo vyvolat relaps základního onemocnění [52].

### Diagnostika dysfunkce močového měchýře

Pro diagnostiku dysfunkce močového měchýře je využíváno především urologické a urodynamické vyšetření a dále elektrofyziologické metody, zejména elektromyografie svalů pánevního dna, vyšetření sakrálních reflexů a evokované potenciály n. pudendus.

### Urologické a urodynamické vyšetření

Diagnostika dysfunkce močového měchýře je komplexní a zahrnuje urologické a urodynamické vyšetření, případně některé elektrofyziologické metody. V rámci urologického vyšetření se provádí mj. sonografické vyšetření ledvin k vyloučení dilatace horních cest močových, a dále vyšetření močového měchýře, vč. měření postmikčního rezidua [53]. Vždy je také nutno vyšetřit močový sediment a kultivaci moči kvůli případné uroinfekci, která (jak již bylo uvedeno) může zhoršovat již přítomné symptomy i základní onemocnění jako takové [53]. Zásadní význam v diagnostice močové dysfunkce má urodynamické vyšetření. Základem je provedení uroflowmetrie (metoda, pomocí které

se měří rychlost a event. objem proudu moči za určitou časovou jednotku). Při patologickém nálezu a/nebo při anamnestických údajích svědčících pro evakuační poruchu je nezbytné doplnění cystometrického vyšetření (tedy měření vztahu mezi intravezikálním tlakem a objemem močového měchýře) [4,53]. Obě metody jsou zejména v kompetenci urologů.

Uvedená urodynamická vyšetření mohou být doplněna o elektromyografické vyšetření (EMG) svalů pánevního dna, vyšetření sakrálních reflexů a/nebo evokované potenciály nervus pudendus. Tato vyšetření jsou již většinou prováděna v neurofyziologických laboratořích.

### Elektromyografické vyšetření svalů pánevního dna

Elektromyografie svalů pánevního dna vč. sfinkterů umožňuje hodnocení integrity inervace těchto svalů, tedy především posouzení funkce dolního motoneuronu a sakrálních míšních kořenů (tj. úseku mezi motoneuronu v Onufově jádru v sakrální míši (S3–S5) a vyšetřovaným svalem). Nepřímo (prostřednictvím hodnocení volní kontrakce) lze tímto vyšetřením získat také informace o integritě spojení mikturického centra v dorzálním segmentu pontu s Onufovým jádrem, která může být diagnosticky přínosná u pacientů s DSD. Vzhledem k relativně snadnému přístupu a dostatečně objemné svalové hmotě je zevní anální sfinkter nejčastěji vyšetřovaným svalem pánevního dna [54–57]. Na rozdíl od končetinových svalů, kde je ve zdravém relaxovaném svalu přítomno elektrické ticho, ve sfinkteru některé motorické jednotky vybijejí kontinuálně. Při volní kontrakci dochází samozřejmě k aktivaci dalších MUPs. Metoda tedy umožňuje vyšetření potenciálů obou populací motorických jednotek (MUP): reflexně (nebo volně) aktivovaných vysokoprahových MUP a kontinuálně aktivních nízkoprahových MUP [56]. Hodnocení abnormální spontánní aktivity (fibrilací a pozitivních ostrých vln) je však v tomto svalu z důvodu kontinuální aktivity nízkoprahových MUPs obtížné a méně spolehlivé než ve svalech končetinových. Při vyšetření se elektroda zavádí vleže na boku, bez lokální anestezie asi 1 cm laterálně od análního ústí na rozhraní mukokutánní junkce. Jehlovou elektrodou lze vyšetřit povrchovou i hlubokou část zevního análního svěrače. Správná poloha elektrody je ověřena sluchovým hodnocením svalové aktivity.

Záchyt abnormit v jehlové EMG análního sfinkteru je u pacientů s RS poměrně častý. Rodi et al prokázali na malém souboru pacientů s RS a mikční dysfunkcí lehce abnormální EMG nález ze zevního análního sfinkteru (korelující s dysfunkcí dolního motoneuronu) u 42 % vyšetřených jedinců (a to zejména u žen, kde byla abnormita přítomna dokonce v 54 % oproti 12 % abnormit u mužských pacientů s RS) [57]. Jednalo se především o drobné odchylky zjištěné pomocí analýzy parametrů motorických jednotek (vyšší výskyt polyfází, lehce delší trvání MUPs) či o ojedinělý výskyt komplexních repetitivních výbojů. Výskyt uvedených abnormit je zřejmě podmíněn především přítomností lézí v oblasti conus medullaris (prokázané cca u 1/4 pacientů v této studii), u žen je pak možný vliv puerperálních poranění. Dále se pacientů s RS udává výskyt změn v jehlové EMG z análního sfinkteru také jako důsledek excesivního natažení svalových vláken při defekaci v důsledku obstrukce [58].

### Vyšetření sakrálních reflexů

Sakrální reflexy představují reflexní kontrakci příčně pruhovaných svalů pánevního dna jako odpověď na stimulaci senzitivních vláken oblasti perinea či genitální oblasti.

Nejčastěji jsou vyšetřovány reflexy bulbokavernózní, vezikooanální a anální. Aferentní část reflexního oblouku je ve všech případech zprostředkována senzitivními vlákny n. pudendus (v klinické praxi většinou v návaznosti na elektrickou stimulaci tohoto nervu), eferentní složka pak motorickými vlákny téhož nervu. Všechny reflexy odrážejí funkci sakrálních míšních segmentů v rozsahu S2–S4. U sakrálních reflexů jsou obecně hodnoceny dvě komponenty odpovědi. Časná, která je lépe vybavitelná, stabilní a nepodléhá habituaci, představuje pravděpodobně oligosynaptický reflex. Pozdní komponenta má delší latenci, je méně konstantní a při opakovaném vyšetření má tendenci k habituaci a odpovídá reflexu polysynaptickému [57]. Hodnocena je výbavnost odpovědi a jejich latence, event. stranová asymetrie.

V případě bulbokavernózního reflexu je stimulován n. dorsalis penis, resp. clitoridis (u mužů při koření penisu, u žen na klitoris), který je konečnou větví n. pudendus. Stimulace probíhá povrchovou bipolární elektrodou. Registrace je z m. bulbocavernosus, a to povrchovou nebo jehlovou elektrodou.

Při vyšetření vezikooanálního reflexu je stimulace zprostředkována prstencovou elek-

trodou připevněnou na Foleyův katétr, který je zaveden uretrou až ke sliznici močového měchýře nebo do jeho krčku. Registrovány jsou kontrakce análního sfinkteru pomocí anální elektrody.

V případě análního reflexu je pomocí anální elektrody elektricky stimulována anální sliznice, odpovědí je kontrakce análního sfinkteru, registrovatelná buďto jehlovou elektrodou nebo elektrodou povrchovou.

Abnormita sakrálních reflexů je u RS (zejména v případě relevantní klinické symptomatiky) prokazována řadou studií. Například Rodi et al zachytili abnormitu sakrálních reflexů (nejčastěji prolongaci jejich latencí) u 33 % pacientů s mikční dysfunkcí při RS [58]. Tento nález je (podobně jako abnormity jehlové EMG) většinou dáván do souvislosti s demyelinizací v sakrálních míšních segmentech.

#### Motorické a senzitivní evokované potenciály n. pudendus

V diagnostice dysfunkce močového měchýře u pacientů s RS lze využít také evokované potenciály n. pudendus. Cílem těchto vyšetření je prokázat integritu spojení suprapontinních center a mikturického centra v dorzálním segmentu pontu s Onufovým jádrem v sakrální míše (S3–S5). Vyšetření tedy reflektují funkci celé dráhy regulující mikci a jsou indikována zejména u hyperreflexie detruzoru či DSD.

Princip MEP n. pudendus vychází z faktu, že při magnetické či elektrické stimulaci motorického kortexu může být registrována odpověď ze svalů pánevního dna, nejčastěji z m. sphincter ani externus a/nebo m. bulbocavernosus [56,57,59]. U pacientů s míšními lézemi při RS a klinickým postižením sfinkterů je prokazován signifikantně delší kondukční čas ve srovnání se zdravými kontrolami [60].

Pudendální SEP jsou poměrně jednoduše výbavné elektrickou stimulací n. dorsalis penis či clitoridis a snímáním odpovědi z oblasti kortexu [61]. Metoda je vcelku snadná, dostupná a nevyžaduje použití speciálního instrumentária. Její nevýhodou je zejména negativní emoční kontext.

Hlavní indikací těchto metod je neurogenní močový měchýř (kde je cílem vyšetření stanovení integrity mikčních drah) a dále erektilní dysfunkce [62]. Častá abnormita SEP n. pudendus je však popisována již v časných fázích RS, a to dokonce i u klinicky asymptomatických pacientů [63,64]. Na druhou stranu senzitivita vyšetření není vysoká.

Rodi et al prokázali abnormitu pudendálních SEP (většinou prolongaci latence, event. nevybavnost odpovědi) pouze u 48 % pacientů s mikční dysfunkcí při RS [58].

V klinické praxi je přínos pudendálních SEP obdobný jako přínos SEP k periferním nervům DKK. Ertekin et al srovnávali abnormity SEP n. peroneus a SEP n. pudendus u mužů se spinální formou RS (s klinickou manifestací charakteru neurogenního močového měchýře a/nebo impotencí) nebo s míšními lézemi jiného původu [65]. Zjistili, že přítomnost i charakter abnormity, tj. nevybavnost odpovědi, prodloužení latence nebo pokles amplitudy skalpové odpovědi, jsou obdobné u obou vyšetření. Při podezření na spinální lézi je tedy možné použít místo SEP n. pudendus, který může být z výše uvedených důvodů někdy hůře tolerován, SEP n. tibialis [65].

#### Gastrointestinální dysfunkce

Z multicentrické studie, v rámci které bylo 280 pacientů s RS dotazováno na gastrointestinální (GIT) potíže, vyplývá, že se GIT dysfunkce objevují až u 68 % pacientů s RS [66]. Mezi její nejčastější příznaky patří zácpa, která je diagnostikována u 43 % pacientů s RS. Fekální inkontinence, která přímo souvisí s porušenou funkcí zevního análního svěrače, postihuje 51 % pacientů s RS [66]. Dalším příznakem může být paradoxní puborektální kontrakce, kdy se při defekaci (na rozdíl od fyziologického stavu) puborektální sval kontrahuje a iliococcygeální sval relaxuje. Klinickou manifestací tohoto stavu je nejčastěji zácpa. Paradoxní puborektální kontrakce je často spojena s DSD [66,67]. Mezi méně časté příznaky GIT dysfunkce, které však mohou být pro pacienta značně obtěžující, patří také hypersalivace nebo škytavka.

Další studie zaměřená na výskyt GIT obtíží sledovala tyto symptomy u 218 pacientů s RS [69]. Výsledky byly obdobné jako v předchozí práci [66], navíc ale pacienti uváděli často další obtíže charakteru dysfagie, dyspepsie, pocitu plnosti po jídle a nadýmání [68].

Na rozvoji GIT dysfunkce se vedle poruchy centrální autonomní regulace jako přímého důsledku vlastního onemocnění podílí také nežádoucí účinky specifické terapie RS [4]. Nejvýznamnější GIT dysfunkce je popisována u perorálně podávaného preparátu druhé linie – dimethylfumarátu (Tecfidera). Potíže mají nejčastěji charakter nevolnosti, bolestí v epigastriu a průjmu. K jejich zmírnění se doporučuje symptomatická terapie (např. prokinetika), režimová opatření (uží-

vání tablety s tučnější stravou) a pozvolná titrace dávkování (první týden 120 mg dvakrát denně, až poté se přechází na plnou dávku dvakrát denně 240 mg) [69].

Za prediktory rozvoje GIT dysfunkce u pacientů s RS jsou považovány: stupeň disability, močové dysfunkce a ženské pohlaví. Výskyt tohoto typu potíží stoupá také s věkem pacientů a je častější u jedinců s primárně progresivní RS oproti relaps-remitentní nebo sekundárně progresivní RS [70].

Dvakrát častější než v běžné populaci je u pacientů s RS také syndrom dráždivého tračníku [71], který je charakterizován poruchou vyprazdňování stolice spojenou s břišním dyskomfortem nebo bolestí břicha. Podklad tohoto funkčního onemocnění trávicího traktu není dosud jednoznačně objasněn, onemocnění však zřejmě není přímým důsledkem poruchy autonomní regulace GIT.

#### Diagnostické metody gastrointestinální dysfunkce

K diagnostice GIT autonomní dysfunkce lze kromě cílené anamnézy a klinického vyšetření využít např. perkutánní elektrogastrografii [72,73]. Jedná se o neinvazivní metodu sloužící k záznamu myoelektrické aktivity žaludku z povrchu břišní stěny. Snímaná motorická aktivita je cyklický periodický děj, který je vytvářen a šířen z tzv. žaludečního pacemakeru. Ten je tvořen specializovanými intersticiálními buňkami myenterického plexu, tzv. IC-MY buňkami. Tyto buňky jsou odpovědné za genezi tzv. pomalých žaludečních vln. Jejich záznam pomocí speciálního hardware je zpracováván Fourierovou spektrální analýzou a prezentován ve formě sinusoidy s přesně hodnotitelnými parametry. Metoda je široce využívána v diagnostice diabetické autonomní neuropatie [72,73], není však specifická pro konkrétní typ onemocnění a lze ji použít pro průkaz poruchy motorické funkce žaludku v rámci gastroparézy jako projevu GIT autonomní dysfunkce jakékoli etiologie [73].

Další metodou využitelnou v indikaci hodnocené GIT autonomní dysfunkce je scintigrafické vyšetření evakuace žaludku. Metoda má řadu výhod: je neinvazivní, senzitivní, přesná a existuje jen malé množství kontraindikací k jejímu provedení. Nevýhodou vyšetření je expozice radiačnímu záření. K určení rychlosti vyprazdňování pevných soust ze žaludku se jako radioaktivní izotop používá nejčastěji techneciem (<sup>99m</sup>Tc) označená nízkotučná pevná strava [74]. Vyšetření trvá 90–120 min, v rozšířenější verzi testu event.

až čtyři hod. Retence více než 60 % testační stravy v žaludku po dvou hod a 10 % po čtyřech hod je považována za důkaz významně opožděného vyprazdňování žaludku [74]. El-Maghraby et al popsali u pacientů s RS signifikantně zpomalené vyprazdňování žaludku ve srovnání s kontrolním souborem [75]. Tento nálezkoreloval s výskytem symptomů charakteru pocitu plnosti po jídle, nauzeou nebo zvracením, a s výskytem gastroezofageálního refluxu [75].

U pacientů s RS jsou prokazovány i abnormality při vyšetření jícnové manometrie a manometrie sfinkterů (vnitřního a zevního análního svěrače). K došetření zácpy lze využít také EMG vyšetření análního sfinkteru [4,57].

### Sexuální dysfunkce

Incidence sexuální dysfunkce (SD) u pacientů s RS je v různých studiích variabilní (zejména v závislosti na charakteristice vyšetřované skupiny a použitých diagnostických metodách) a v mužské populaci se pohybuje v rozmezí od 50 do 84 %, u žen pak mezi 34 a 85 % [76].

Na rozvoji SD se kromě postižení centrálního nervového systému při základním neurologickém onemocnění podílí celé spektrum dalších příčin. Z tohoto hlediska lze SD u pacientů s RS rozdělit na primární, sekundární a terciární [77,78].

Primární SD je důsledkem přímého postižení centrálního nervového systému. Dle recentních studií zaměřených na korelaci SD s nálezy na MR mozku a míchy SD úzce souvisí především s přítomností demyelinizačních lézí v mozgovém kmeni, dominantně v pontu, a s pontinní atrofií. Dále je popisována korelace s postižením pyramidových drah, celkovým objemem lézí a s přítomností demyelinizačních lézí v míše [78].

Klinicky se primární SD v důsledku strukturálních lézí mozkomíšního systému projevuje nejčastěji snížením až absencí libida, genitální hypestezií nebo alodynii. Časté jsou také potíže charakteru snížené vaginální lubrikace u žen a poruchy erekce a ejakulace u mužů s RS [79].

Dalším faktorem, který může podmínit rozvoj primární SD, je endokrinní dysfunkce s postižením hypothalamo-hypofyzární osy. U pacientek s RS se jedná především o signifikantně zvýšenou hladinu folikuly stimulujícího hormonu (FSH), luteinizačního hormonu (LH) a sníženou hladinu estrogenu ve srovnání se zdravými ženami [80]. RS má vliv také na hladiny dalších hormonů, zejména

prolaktinu a androgenů. Všechny uvedené změny se podílejí na zvýšené incidenci oligo- až amenorei u pacientek s RS ve srovnání se zdravými ženami [81].

Postižení hypothalamo-hypofyzární osy se u mužských pacientů s RS může manifestovat snížením hladiny testosteronu v séru, což negativně ovlivňuje spermatogenezi a další sexuální funkce, a způsobuje tak např. poruchy erekce a pokles libida [82].

Podkladem sekundárních SD jsou sfinkterové potíže a další organické symptomy doprovázející RS, jako jsou únava, deprese, spasticita, svalová slabost a neuropatická bolest [83].

Současně jsou mezi sekundární příčiny SD zahrnuty i nežádoucí účinky terapie užívané při léčbě RS. Jednoznačně největší vliv na fertilitu má mitoxantron: u žen se jedná o chemoterapii indukovanou amenorheu a u mužů se jedná o přechodný negativní vliv na spermatogenezi [84].

Mezi terciární obtíže patří psychosociální problémy, které jsou důsledkem základního onemocnění [78].

Nejčastější SD, která je popisována u pacientek s RS, je snížení libida (36–86 %), dále potíže při dosažení orgazmu (28–58 %), poruchy genitální citlivosti (43–62 %) a dyspareunie, tj. nepříjemné až bolestivé pocity ženy během soulože (8–40 %) [76].

Pokles libida patří mezi nejčastější SD také u mužů s RS (37–86 %), u kterých se mnohdy vyskytuje také erektilní dysfunkce (34–80 %), genitální hypestezie (21–72 %) a problémy s ejakulací (34–61 %) [76].

Recentní studie popisují pozitivní korelaci mezi SD a celkovým skóre disability (EDSS) [84]. Signifikančními prediktory SD jsou také únava, poruchy paměti a koncentrace a dále sfinkterové obtíže [84].

SD se mohou negativně podílet na ovlivnění plodnosti pacientů a pacientek s RS. Ačkoliv dosud neproběhla žádná systematická studie, která by cíleně mapovala výskyt poruch plodnosti u pacientů a pacientek s tímto onemocněním, z dosavadních údajů vyplývá, že existuje trend ke snížené plodnosti u RS, i když se většinou nejedná o významné narušení reprodukčních schopností [76]. Dle recentních demografických studií jsou pacienti s RS častěji bezdětní a častěji podstupují metody asistované reprodukce (ART) ve srovnání se zdravou populací [76].

### Diagnostika sexuální dysfunkce

Diagnostika SD se opírá především o cílenou anamnézu, specializované dotazníky [78]

a klinické vyšetření (neurologické, gynekologické a/nebo urologické). Využit lze také elektrofyziologické metody, a to identické jako v případě dysfunkce sfinkterové. Jejich přínos je však (zejména s ohledem na multifaktoriální etiologii SD) limitovaný. Jedná se především o EMG ze svalů pánevního dna, MEP ke svalům pánevního dna a SEP n. pudendus, případně vyšetření sakrálních reflexů. Zivadinov et al prokázali abnormální SEP n. pudendus a MEP ke svalům pánevního dna u 50 % pacientů s RS a SD, ale dokonce u 57 % pacientů s RS bez SD [85]. Jednoznačný vztah mezi abnormitou MEP k pánevním svalům a SEP n. pudendus a výskytem a tíží erektilní dysfunkce u mužských pacientů s RS nebyl nalezen ani v dalších studiích [86]. Yang et al prokázali sice abnormitu SEP n. pudendus u většiny žen se SD u RS, nálezy však nebyly srovnány s výskytem abnormity tohoto testu u pacientek s RS bez známek SD, a význam tohoto nálezu je tedy sporný [87].

### Sudomotorická dysfunkce

Dle epidemiologických studií se prevalence sudomotorické dysfunkce u pacientů s RS pohybuje od 26 do 94 %, v závislosti na použité metodice jejího průkazu [88]. Sudomotorická dysfunkce se může objevit již v časných fázích RS, její výskyt se však zvyšuje s trváním onemocnění a tíží neurologického deficitu [89]. Klinicky se manifestuje sníženým pocením až anhidrózou, jejichž důsledkem je narušení termoregulace [90].

Pocení je fyziologickou reakcí organismu na zvýšení teploty. Tato funkce je regulována aktivitou sympatiku (potní žlázy mají sympatickou cholinergní inervaci, ale nikoli inervaci parasympatickou). Poruchy potivosti vedou k narušení termoregulace, a tedy negativně ovlivní reakci organismu na zvýšení tělesné teploty, což může vést ke zhoršení symptomů RS [4]. Tento jev se nazývá Uhthoffův fenomén. Jeho podkladem je negativní ovlivnění vedení nervového vzruchu demyelinizovanými axony zvýšenou teplotou [91].

U pacientů s RS lze očekávat narušení sudomotorických funkcí zejména v důsledku narušení funkce centrálních sudomotorických drah, které začínají v preoptické oblasti hypothalamu, tegmentu, laterální retikulární formaci a sestupují k neuronům intermedio-laterální šedé hmoty míšni v cerviko-thorako-lumbální oblasti [90].

Saari et al prokázali, že celkový objem demyelinizačních lézí na MR mozku, objem lézí v oblasti pontu, mozečku a spánkovém laloku

a přítomnost lézí v hrudní míše koreluje s narušením sudomotorických funkcí (hodnocených pomocí sympatické kožní odpovědi) [88]. Kromě vlastní centrální sudomotorické dysfunkce však tyto změny vedou sekundárně i ke změnám periferním: porucha centrálních sudomotorických drah má za následek nedostatečnou sympatickou inervaci kožních potních žláz a vede k periferní adaptaci charakteru down regulace muskarinových receptorů, a tím ke snížení cholinergní citlivosti a atrofii potních žláz [92], které se u pacientů s RS podílejí na poruše potivosti a termoregulace.

### Diagnostika sudomotorické dysfunkce

Pro hodnocení sudomotorických funkcí je nejčastěji využívána sympatická kožní odpověď a/nebo tzv. kvantitativní sudomotorický test. Existuje i řada komplexnějších metod poskytujících detailnější informaci o sudomotorických funkcích (např. termoregulační potní test), které však vyžadují specializované vybavení a jejich uplatnění v běžné klinické praxi je limitováno.

### Sympatická kožní odpověď

Mezi nejčastěji využívané neurofyziologické testy určené k diagnostice sudomotorické dysfunkce patří sympatická kožní odpověď (Sympathetic Skin Response; SSR). SSR je definována jako přechodná změna elektrického potenciálu kůže, která může být reflexně vyvolána řadou vnitřních či zevních stimulů [93]. Vyvolávajícím zevním podnětem může být např. nadprahová elektrická či magnetická stimulace nebo neočekávaný sluchový podnět. Mezi vnitřní stimuly, které mohou vyvolat přechodnou změnu elektrického potenciálu kůže, patří prudké inspirium nebo úleková reakce. Podkladem změny kožního potenciálu je pohyb iontů zejména přes membránu buněk ekrinních potních žláz [94]. Proto je SSR řazena mezi testy sudomotorických funkcí, i když ve skutečnosti netestuje vlastní potivost. SSR je polysynaptický reflex s variabilní aferentací a společnou eferentní částí sestávající z míšních autonomních neuronů, pre- a postganglionárních sympatických nervových vláken a potní žlázy jako efektoru. Reflex je modifikován suprasegmentálními strukturami, především hypothalamem a retikulární formací horního kmene [93]. SSR tedy může být využívána i k hodnocení funkce spinálního a supraspinálního sympatického systému [95]. Publikované studie shodně potvrzují, že SSR je výbavná u všech zdravých jedinců [96]. Nejspolehlivější abnormitou

SSR při různých typech AD vč. postižení centrálních autonomních drah je nevýbavnost (event. snížená výbavnost) odpovědi [10,97,98]. Naopak názory na význam hodnocení amplitud odpovědi a jejich latencí se různí. Při zohlednění výrazné interindividuální variability těchto parametrů a jejich často jen mírné alterace v rámci různých typů AD je jejich hodnocení zatíženo nízkou senzitivitou [99]. U pacientů s klinicky izolovaným syndromem [100], optickou neuritidou [101] a RS [88] bylo zachyceno prodloužení SSR latencí na horních a dolních končetinách. Všechny zmíněné studie jsou však limitovány relativně malým počtem vyšetřených pacientů a uvedené výsledky jsou poněkud kontroverzní vzhledem k tomu, že prodloužení latencí reflektuje především postižení pre- a postgangliových nervových vláken, tedy periferního (a nikoli centrálního) úseku sudomotorických drah [97]. Každopádně je senzitivita SSR v diagnostice autonomních AD porovnání s kardiovaskulárními testy významně nižší [24].

### Kvantitativní sudomotorický test

Mezi testy sudomotorických dysfunkcí s vyšší diagnostickou validitou patří kvantitativní sudomotorický test (Quantitative Sudomotor Axon Reflex Test; QSART) a termoregulační testování potivosti (thermoregulatory sweat testing). Tyto metody jsou prokazatelně senzitivnější než SSR, zároveň však jsou daleko méně dostupné, vyžadují speciální vybavení. Z těchto důvodů jsou využívány zejména k vědeckým účelům [102,103].

### Pupilmotorická dysfunkce

Jedním z celkově nejčastějších symptomů RS je optická neuritida, která může být asociována s poruchou pupilmotorických vláken [104]. Dysfunkce těchto vláken se však může vyskytovat i samostatně. Prevalence narušení pupilmotoriky u pacientů s RS se pohybuje v rozmezí 26–60 % [105]. Tato dysfunkce ale pacienty většinou významně neomezuje a je spíše náhodným nálezem v rámci neurologického vyšetření, bez jednoznačné klinické manifestace vnímané pacientem.

U většiny AD narůstá jejich výskyt s dobou trvání RS a stupněm disability. U pupilmotorické dysfunkce však tato závislost prokázána nebyla, a to nejspíše právě v souvislosti se skutečností, že k narušení pupilmotoriky dochází často v rámci optické neuritidy, která může být iniciální manifestací RS [105].

### Vyšetření pupilmotorické dysfunkce

Porucha pupilmotorických vláken vede k postižení zornicových reakcí. Pozdesere et al prokázali, že dysfunkce zornicové reakce je u pacientů s RS většinou způsobena sníženým tonem parasymptiku a zvýšeným tonem sympatiku a pravděpodobně odráží postižení v průběhu zrakové dráhy [107]. Zornicové reakce mohou být postiženy v důsledku léze aferentní či eferentní části reflexního oblouku. V případě postižení aferentní části (tedy při lézi zrakové dráhy) je vzhledem k obvykle jednostrannému postižení přínosná klinická zkouška fotoreakce zornic zaměřená na vyšetření tzv. relativního aferentního pupilárního defektu (RAPD, také Gunnova zornice). Toto vyšetření je plně v kompetenci oftalmologů [106,107].

### Únava a potíže se spánkem u pacientů s RS

Potíže se spánkem jsou u pacientů s RS relativně časté. V rozsáhlé multicentrické studii je udávalo více než 50 % pacientů s tímto onemocněním [108]. Oka et al prokázali, že poruchy spánku u pacientů s RS přímo souvisí s demyelinizačními lézemi hypothalamu [109]. Mezi nejčastější potíže se spánkem patří problémy s usínáním a udržením spánku [4].

Častější probouzení během spánku může být u pacientů s RS způsobeno také jinými symptomy RS. Jedná se např. o křeče dolních končetin nebo častější močové urgencye během spánku [110]. Spánek může být narušen také vlivem specifické imunomodulační terapie RS (insomnie je např. poměrně častým nežádoucím účinkem terapie interferonem beta 1a a beta 1b) [111]. Tyto potíže vedou k tomu, že spánek je méně kvalitní a může přispívat ke zvýšené únavě během dne [111].

Únava postihuje více než 90 % pacientů s RS. Více než polovinu nemocných s tímto onemocněním únava omezuje v běžných denních aktivitách. Nejméně třetina pacientů jí přikládá největší význam z faktorů ovlivňujících kvalitu jejich života [112].

Příčina nadměrné únavy je multifaktoriální. Jedním ze základních faktorů je primární poškození centrálního nervového systému a dysfunkce imunitního systému. Významný vliv mají také sekundární faktory onemocnění jako bolest, poruchy afektivity, již zmíněné poruchy spánku a nežádoucí účinky farmakoterapie. Nezanedbatelný je

také podíl snížení fyzické kondice u pacientů s motorickou dysfunkcí [112].

Stejně jako postižení spánku i zvýšená únava u pacientů s RS souvisí především s demyelinizačními změnami, které postihují hypothalamus [113]. Jak již bylo uvedeno, podle některých studií má zvýšená únava vztah ke kardiovaskulární dysfunkci u pacientů s RS [18,19].

### Diagnostika zvýšené únavy a poruch spánku u pacientů s RS

Při kvantifikaci únavy se v praxi využívají dotazníkové metody. Mezi nejrozšířenější patří stupnice tíže únavy označovaná jako Fatigue Severity Scale (FSS) sestávající z devíti jednoduchých testovacích otázek [114]. Nejužívanější multidimenzionální škálou je stupnice vlivu únavy s názvem Fatigue Impact Scale (FIS), kterou tvoří 40 otázek zaměřených na vliv únavy na sociální, kognitivní a fyzickou aktivitu pacienta [115].

K diagnostice spánkové dysfunkce přispívá polysomnografie, která umožní určení spánkového vzorce [4].

### Závěr

RS může vést k postižení kterékoli části ANS. Klinická manifestace jednotlivých typů AD je variabilní [4] a její symptomy jsou stále relativně poddiagnostikované. Diagnostika a terapie AD vyžaduje komplexní interdisciplinární přístup, který může přispět k výraznému zlepšení kvality života pacientů s RS.

### Seznam použitých zkratk

AD – autonomní dysfunkce  
ANS – autonomní nervový systém  
ART – metody asistované reprodukce  
ASP – autonomní dotazník (Autonomic Symptom Profile)  
COMPASS – autonomní dotazník (Composite Autonomic Symptom Score)  
DSD – detruzorosfincterová dyssynergie  
EDSS – Kurtzkeho škála (Kurtzke Expanded Disability Status Scale)  
EKG – elektrokardiografické vyšetření  
EMG – elektromyografické vyšetření  
FIS – stupnice vlivu únavy (Fatigue Impact Scale)  
FSS – stupnice tíže únavy (Fatigue Severity Scale)  
GIT – gastrointestinální  
HRV – variabilita srdeční frekvence (Heart Rate Variability)  
HUT – test na nakloněné rovině (Head Up Tilt test)  
KD – kardiální dysfunkce  
MEP – motorické evokované potenciály  
MUP – potenciály motorických jednotek  
POTS – posturální ortostatická tachykardie  
QSART – kvantitativní sudomotorický test (Quantitative Sudomotor Axon Reflex Test)  
RAPD – relativní aferentní pupilární defekt  
RS – roztroušená skleróza  
SAHRV – spektrální analýza variability srdeční frekvence (Spectral Analysis of Heart Rate Variability)  
SD – sexuální dysfunkce  
SEP – somatosenzorické evokované potenciály  
SSR – sympatická kožní odpověď (Sympathetic Skin Response)

### Literatura

- McDougall AJ, McLeod JG. Autonomic nervous system function in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2003;215(2):79–85.
- Thomaides TN, Zoukos Y, Chaudhuri KR, et al. Physiological assessment of aspects of autonomic function in patients with secondary progressive multiple sclerosis. *J Neurol* 1993;240(3):139–43.
- Cortez MM, Nagi Reddy SK, Goodman B, et al. Autonomic symptom burden is associated with MS-related fatigue and quality of life. *Mult Scler Relat Disord* 2015;4(3):258–63. doi: 10.1016/j.msard.2015.03.007.
- Adamec I, Habek M. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis. *Clin Neurol Neurosurg* 2013;115(Suppl 1): S73–8. doi: 10.1016/j.clineuro.2013.09.026.
- Gunal DI, Afsar N, Tanridag T, et al. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis: correlation with disease-related parameters. *Eur Neurol* 2002;48(1):1–5.
- Flachenecker P, Reiners K, Krauser M, et al. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis is related to disease activity and progression of disability. *Mult Scler* 2001;7(5):327–34.
- Vita G, Fazio MC, Milone S, et al. Cardiovascular autonomic dysfunction in multiple sclerosis is likely related to brainstem lesions. *J Neurol Sci* 1993;120(1):82–6.
- Stenager E, Asbeth NS. Sexual aspect of multiple sclerosis. *Semin Neurol* 1992;12(2):120–4.
- Saari A, Tolonen U, Pääkkö E, et al. Cardiovascular autonomic dysfunction correlates with brain MRI lesion load in MS. *Clin Neurophysiol* 2004;115(6):1473–8.
- De Seze J, Stojkovic T, Gauvrit JY, et al. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis: cervical spinal cord atrophy correlates. *J Neurol* 2001;248(4): 297–303.
- Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983;33(11):1444–52.
- Suarez GA, Opfer-Gehrking TL, Offord KP, et al. The Autonomic Symptom Profile: a new instrument to assess autonomic symptoms. *Neurology* 1999;52(3):523–8.
- Sletten DM, Suarez GA, Low PA, et al. COMPASS 31: a refined and abbreviated Composite Autonomic Symptom Score. *Mayo Clin Proc* 2012;87(12):1196–201. doi: 10.1016/j.mayocp.2012.10.013.
- Treister R, O'Neil K, Downs HM, et al. Validation of the composite autonomic symptom scale 31 (COMPASS-31) in patients with and without small fiber polyneuropathy. *Eur J Neurol* 2015;22(7):1124–30. doi: 10.1111/ene.12717.
- Kale N, Magana S, Agaoglu J, et al. Assessment of autonomic nervous system dysfunction in multiple sclerosis and association with clinical disability. *Neurol Int* 2009;1(1):5–10. doi: 10.4081/ni.2009.e5.
- Acevedo AR, Nava C, Arriada N, et al. Cardiovascular dysfunction in multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand* 2000;101(2):85–8.
- Nasserí K, TenVoorde BJ, Adèr HJ, et al. Longitudinal follow-up of cardiovascular reflex tests in multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 1998;155(1):50–4.
- Keselbrenner L, Akseleod S, Ahiron A, et al. Is fatigue in patients with multiple sclerosis related to autonomic dysfunction? *Clin Auton Res* 2000;10(4):169–75.
- Flachenecker P, Rufer A, Bihler I, et al. Fatigue in MS is related to sympathetic vasomotor dysfunction. *Neurology* 2003;61(6):851–3.
- Kanjwal K, Karabin B, Kanjwal Y, et al. Autonomic dysfunction presenting as postural orthostatic tachycardia syndrome in patients with multiple sclerosis. *Int J Med Sci* 2010;7(1):62–7.
- Sörös P, Hachinski V. Cardiovascular and neurological causes of sudden death after ischaemic stroke. *Lancet Neurol* 2012;11(2):179–88. doi: 10.1016/S1474-4422(11)70291-5.
- Juric S, Mismas A, Mihic N, et al. Newly onset sinus bradycardia in context of multiple sclerosis relapse. *Intern Med* 2012;51(9):1121–4.
- Chagnac Y, Martinovits G, Tadmor R, et al. Paroxysmal atrial fibrillation associated with an attack of multiple sclerosis. *Postgrad Med J* 1986;62(727):385–7.
- Uriel N, Kaluski E, Hendlar A, et al. Cardiogenic shock in a young female with multiple sclerosis. *Resuscitation* 2006;70(1):153–7.
- Padley JR, Feneley MP, Hayward CS, et al. Neurocardiogenic pulmonary oedema: initial presentation of multiple sclerosis. *Heart Lung Circ* 2012;21(12):853–5. doi: 10.1016/j.hlc.2012.06.003.
- Bramow S, Faber-Rod JC, Jacobsen C, et al. Fatal neurogenic pulmonary edema in a patient with progressive multiple sclerosis. *Mult Scler* 2008;14(5):711–5. doi: 10.1177/1352458507087848.
- Paty DW, Ebers GC, Hartung HP. Management of relapsing-remitting multiple sclerosis and treatment guidelines. *Eur J Neurology* 1999;1(1):1–35.
- Vasheghani-Farahani A, Sahraian MA, Darabi L, et al. Incidence of various cardiac arrhythmias and conduction disturbances due to high dose intravenous methylprednisolone in patients with multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2001;309(2):75–8.
- Štourač P. Imunomodulační léčba roztroušené sklerózy mozkomíšni v klinických a zobrazovacích parametrech. *Cesk Slov Neurol N* 2012;75/108(4):404–10.
- Meluzinová E. Současné možnosti léčby roztroušené sklerózy. *Neurol Prax* 2010;11(5):303–7.
- Piňha J. Imunosupresiva v léčbě neurologických onemocnění. *Neurol Prax* 2011;12(6):389–93.
- Kappos L, Radue EW, O'Connor P, et al. A placebo-controlled trial of oral fingolimod in relapsing multiple sclerosis. *N Engl J Med* 2010;362(5):387–401. doi: 10.1056/NEJMoa0909494.
- Budde K, Schmouder RL, Brunkhorst R, et al. First human trial of FTY720, a novel immunomodulator, in stable renal transplant patients. *J Am Soc Nephrol* 2002;13(4):1073–83.
- Gold R, Comi G, Palace J, et al. Assessment of cardiac safety during fingolimod treatment initiation in a real-world relapsing multiple sclerosis population: a phase 3b, open-label study. *J Neurol* 2014;261(2):267–76. doi: 10.1007/s00415-013-7115-8.
- Rossi S, Rocchi C, Studer V, et al. The autonomic balance predicts cardiac responses after the first dose of fingolimod. *Mult Scler* 2015;21(2):206–16. doi: 10.1177/1352458514538885.
- Ambler Z, Bednařík J, Růžička E. Klinická neurologie – část obecná. Praha: Triton 2008.
- Adamec I, Bach J, Barušić AK, et al. Assessment of prevalence and pathological response to orthostatic provocation in patients with multiple sclerosis. *J Neurol Sci* 2013;324(1–2):80–3. doi: 10.1016/j.jns.2012.10.006.
- Flachenecker P, Wolf A, Krauser M, et al. Cardiovascular autonomic dysfunction in multiple sclerosis: correlation with orthostatic intolerance. *J Neurol* 1999;246(7):578–86.
- Adamec I, Lovrić M, Zaper D, et al. Postural orthostatic tachycardia syndrome associated with multiple sclerosis. *Auton Neurosci* 2013;173(2):65–8. doi: 10.1016/j.autneu.2012.11.009.
- Martin CE, Shaver JA, Leon DF, et al. Autonomic mechanisms in hemodynamic responses to isometric exercise. *J Clin Invest* 1974;54(1):104–15.
- Ewing DJ, Clarke BF. Autonomic neuropathy: its diagnosis and prognosis. *Clin Endocrinol Metab* 1986;15(4):855–88.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996;93(5):1043–65.

43. Mahovic D, Lakusic N. Progressive impairment of autonomic control of heart rate in patients with multiple sclerosis. *Arch Med Res* 2007;38(3):322–5.
44. Tombul T, Anlar O, Tuncer M, et al. Impaired heart rate variability as a marker of cardiovascular autonomic dysfunction in multiple sclerosis. *Acta Neurol Belg* 2011;111(2):116–20.
45. Brezinova M, Goldenberg Z, Kucera P. Autonomic nervous system dysfunction in multiple sclerosis patients. *Bratisl Lek Listy* 2004;105(12):404–7.
46. Frontoni M, Fiorini M, Strano S, et al. Power spectrum analysis contribution to the detection of cardiovascular dysautonomia in multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand* 1996;93(4):241–5.
47. Opavsky MA, Martino T, Rabinovitch M, et al. Enhanced ERK-1/2 activation in mice susceptible to coxsackievirus-induced myocarditis. *J Clin Invest* 2002;109(12):1561–9.
48. Vlčková E, Bednařík J, Buršová Š, et al. Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data a variabilita metodiky. *Cesk Slov Neurol N* 2010;73/106(4):469–70.
49. Haensch CA, Jörg J. Autonomic dysfunction in multiple sclerosis. *J Neurol* 2006;253(1):3–9.
50. Thompson AJ, Toosy AT, Ciccarelli O. Pharmacological management of symptoms in multiple sclerosis: current approaches and future directions. *Lancet Neurol* 2010;9(12):1182–99. doi: 10.1016/S1474-4422(10)70249-0.
51. Betts CD, D'Mellow MT, Fowler CJ. Urinary symptoms and the neurological features of bladder dysfunction in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993;56(3):245–50.
52. Metz LM, McGuinness SD, Harris C. Urinary tract infections may trigger relapse in multiple sclerosis. *Axon* 1998;19(4):67–70.
53. Blaivas JG, Bhimani G, Labib KB. Vesicourethral dysfunction in multiple sclerosis. *J Urol* 1979;122(3):342–7.
54. Podnar S, Vodusek DB. Standardization of anal sphincter electromyography: uniformity of the muscle. *Muscle Nerve* 2000;23(1):122–5.
55. Podnar S, Rodi Z, Lukanovic A, et al. Standardisation of anal sphincter EMG: technique of needle examination. *Muscle Nerve* 1999;22(3):400–3.
56. Thiry AJ, Deltrenne PF. Neurophysiological assessment of the central motor pathway to the external urethral sphincter in man. *Br J Urol* 1989;63(5):515–9.
57. Kadaňka Z jr. Elektrofyziologické vyšetření pánevního dna. *Cesk Slov Neurol N* 2013;76/109(2):155–61.
58. Rodi Z, Vodusek DB, Denislic M. Clinical uro-neurophysiological investigation in multiple sclerosis. *Eur J Neurol* 1996;3(6):574–80.
59. Vodusek DB, Zidar J. Perineal motor evoked responses. *NeuroUrol Urodyn* 1988;7(1):236–7.
60. Eardley I, Nagendran K, Lecky B, et al. Neurophysiology of the striated urethral sphincter in multiple sclerosis. *Br J Urol* 1991;68(1):81–8.
61. Haldeman S, Bradley WE, Bhatia N. Evoked responses from the pudendal nerve. *J Urol* 1982;128(5):974–80.
62. Bojar M, Mazanec R, Kučera Z. Role neurologa v diagnostice, léčbě a rehabilitaci osob trpících inkontinencí moči (část I). *Neurol Prax* 2006;4(1):212–9.
63. Sau G, Siracusano S, Aiello I, et al. The usefulness of the somatosensory evoked potentials of the pudendal nerve in diagnosis of probable multiple sclerosis. *Spinal Cord* 1999;37(4):258–63.
64. Sau GF, Aiello I, Siracusano S, et al. Pudendal nerve somatosensory evoked potentials in probable multiple sclerosis. *Ital J Neurol Sci* 1997;18(5):289–91.
65. Ertekin C, Reel F. Bulbocavernosus reflex in normal men and in patients with neurogenic bladder and/or impotence. *J Neurol Sci* 1976;28(1):1–15.
66. Hinds JP, Eidelman BH, Wald A. Prevalence of bowel dysfunction in multiple sclerosis. A population survey. *Gastroenterology* 1990;98(6):1538–42.
67. Chia YW, Gill KP, Jameson JS, et al. Paradoxical puborectalis contraction is a feature of constipation in patients with multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996;60(1):31–5.
68. Levinthal DJ, Rahman A, Nusrat S, et al. Adding to the burden: gastrointestinal symptoms and syndromes in multiple sclerosis. *Mult Scler Int* 2013;2013:319201. doi: 10.1155/2013/319201.
69. Gold R, Kappos L, Arnold DL, et al. Placebo-controlled phase 3 study of oral BG-12 for relapsing multiple sclerosis. *N Engl J Med* 2012;367(12):1098–107.
70. Preziosi G, Raptis DA, Raeburn A, et al. Gut dysfunction in patients with multiple sclerosis and the role of spinal cord involvement in the disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2013;25(9):1044–50. doi: 10.1097/MEG.0b013e328361eaf8.
71. Marrie RA, Reider N, Stuve O, et al. The incidence and prevalence of comorbid gastrointestinal, musculoskeletal, ocular, pulmonary, and renal disorders in multiple sclerosis: a systematic review. *Mult Scler* 2015;21(3):332–41. doi: 10.1177/1352458514564488.
72. Mlčáková L, Bednařík J, Ošlejšková E, et al. Spektrální analýza variability srdeční frekvence a elektrogastrografie – metody popisující funkce autonomního nervového systému. *Cesk Slov Neurol N* 2008;71/104(5):621–22.
73. Riezzo G, Russo F, Indrio F. Electrogastrography in adults and children: the strength, pitfalls, and clinical significance of the cutaneous recording of the gastric electrical activity. *Biomed Res Int* 2013;2013:282757. doi: 10.1155/2013/282757.
74. Chang J, Rayner CK, Jones KL, et al. Diabetic gastroparesis-backwards and forwards. *J Gastroenterol Hepatol* 2011;26(Suppl 1):46–57. doi: 10.1111/j.1440-1746.2010.06573.x.
75. El-Maghraby TA, Shalaby NM, Al-Tawdy MH, et al. Gastric motility dysfunction in patients with multiple sclerosis assessed by gastric emptying scintigraphy. *Can J Gastroenterol* 2005;9(1):141–5.
76. Zorzon M, Zivadinov R, Monti Bragadin L, et al. Sexual dysfunction in multiple sclerosis: a 2-year follow-up study. *J Neurol Sci* 2001;187(1–2):1–5.
77. Šrotová I, Črha I, Vlčková E, et al. Roztroušená skleróza, neplodnost a její léčba. *Cesk Slov Neurol N* 2015;78/11(6):655–60.
78. Foley FW, Zemon V, Campagnolo D, et al. The Multiple Sclerosis Intimacy and Sexuality Questionnaire – revalidation and development of a 15-item version with a large US sample. *Mult Scler* 2013;19(9):1197–203. doi: 10.1177/1352458512471876.
79. Confavreux C, Hutchinson M, Hours MM, et al. Rate of pregnancy-related relapse in multiple sclerosis. *Pregnancy in Multiple Sclerosis Group*. *N Engl J Med* 1998;339(5):285–91.
80. Grinstead L, Heltberg A, Hagen C, et al. Serum sex hormone and gonadotropin concentrations in premenopausal women with multiple sclerosis. *J Intern Med* 1989;226(4):241–4.
81. Falaschi P, Martocchia A, Proietti A, et al. High incidence of hyperandrogenism-related clinical signs in patients with multiple sclerosis. *Neuro Endocrinol Lett* 2001;22(4):248–50.
82. Fode M, Krogh-Jespersen S, Brackett NL, et al. Male sexual dysfunction and infertility associated with neurological disorders. *Asian J Androl* 2012;14(1):61–8. doi: 10.1038/aja.2011.70.
83. Cocco E, Sardu C, Gallo P, et al. Frequency and risk factors of mitoxantrone-induced amenorrhea in multiple sclerosis: the FEMIMS study. *Mult Scler* 2008;14(9):1225–33. doi: 10.1177/1352458508094882.
84. Cavalla P, Rovei V, Masera S, et al. Fertility in patients with multiple sclerosis: current knowledge and future perspectives. *Neurol Sci* 2006;27(4):231–9.
85. Zivadinov R, Zorzon M, Locatelli L, et al. Sexual dysfunction in multiple sclerosis: a MRI, neurophysiological and urodynamic study. *J Neurol Sci* 2003;210(1–2):73–6.
86. Ghezzi A, Malvestiti GM, Baldini S, et al. Erectile impotence in multiple sclerosis: a neurophysiological study. *J Neurol* 1995;242(3):123–6.
87. Yang CC, Bowen JR, Kraft GH, et al. Cortical evoked potentials of the dorsal nerve of the clitoris and female sexual dysfunction in multiple sclerosis. *J Urol* 2000;164(6):2010–3.
88. Saari A, Tolonen U, Pääkkö E, et al. Sympathetic skin responses in multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand* 2008;118(4):226–31.
89. Saari A, Tolonen U, Pääkkö E, et al. Sweating impairment in patients with multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand* 2009;120(5):358–63. doi: 10.1111/j.1600-0404.2009.01164.x.
90. Noronha MJ, Vas CJ, Aziz H. Autonomic dysfunction (sweating responses) in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1968;31(1):19–22.
91. Guthrie TC, Nelson DA. Influence of temperature changes on multiple sclerosis: critical review of mechanisms and research potential. *J Neurol Sci* 1995;129(1):1–8.
92. Davis SL, Wilson TE, Vener JM, et al. Pilocarpine-induced sweat gland function in individuals with multiple sclerosis. *J Appl Physiol* 1985;98(5):1740–4.
93. Shahani BT, Halperin JJ, Boulu P, et al. Sympathetic skin response – a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984;47(5):536–42.
94. Wang GH. The galvanic skin reflex; a review of old and recent works from a physiologic point of view. *Am J Phys Med* 1957;36(5):295–320.
95. Illigens BM, Gibbons CH. Sweat testing to evaluate autonomic function. *Clin Auton Res* 2009;19(2):79–87. doi: 10.1007/s10286-008-0506-8.
96. Vlčková E, Šrotová I, Bednařík J. Sympatická kožní odpověď v diagnostice neuropatie tenkých vláken. *Cesk Slov Neurol N* 2016;79/112(1):52–60.
97. Claus D, Schondorf R. Sympathetic skin response. *The International Federation of Clinical Neurophysiology. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1999;52(1):277–82.
98. Knezevic W, Bajada S. Peripheral autonomic surface potential. A quantitative technique for recording sympathetic conduction in man. *J Neurol Sci* 1985;67(2):239–51.
99. Vinik AI, Nevoret M, Casellini C, et al. Neurovascular function and sudorimetry in health and disease. *Curr Diab Rep* 2013;13(4):517–32. doi: 10.1007/s11892-013-0392-x.
100. Aghamolaii V, Harirchian MH, Modabbarnia A, et al. Sympathetic skin response (SSR) in multiple sclerosis and clinically isolated syndrome: a case-control study. *Neurophysiol Clin* 2011;41(4):161–71. doi: 10.1016/j.neucli.2011.08.003.
101. Saari A, Tolonen U, Pääkkö E, et al. Sudomotor dysfunction in patients with optic neuritis. *Clin Auton Res* 2010;20(3):199–204. doi: 10.1007/s10286-009-0052-z.
102. Pintér A, Cseh D, Sárközi A, et al. Autonomic dysregulation in multiple sclerosis. *Int J Mol Sci* 2015;16(8):16920–52. doi: 10.3390/ijms160816920.
103. Crnošija L, Adamec I, Lovrić M, et al. Autonomic dysfunction in clinically isolated syndrome suggestive of multiple sclerosis. *Clin Neurophysiol* 2016;127(1):864–9. doi: 10.1016/j.clinph.2015.06.010.
104. Blazek P, Davis SL, Greenberg BM, et al. Objective characterization of the relative afferent pupillary defect in MS. *J Neurol Sci* 2012;323(1–2):193–200. doi: 10.1016/j.jns.2012.09.015.
105. Surakka J, Ruutinen J, Romberg A, et al. Pupillary function in early multiple sclerosis. *Clin Auton Res* 2008;18(3):150–4. doi: 10.1007/s10286-008-0471-2.

- 106.** Ampapová M, Ampapa R. Optická neuritida a roztroušená skleróza. *Klin Farmakol Farm* 2013;27(2):75–9.
- 107.** Pozzessere G, Rossi P, Valle E, et al. Autonomic involvement in multiple sclerosis: a pupillometric study. *Clin Auton Res* 1997;7(6):315–9.
- 108.** Bamer AM, Johnson KL, Amtmann D, et al. Prevalence of sleep problems in individuals with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2008;14(8):1127–30. doi: 10.1177/1352458508092807.
- 109.** Oka Y, Kanbayashi T, Mezaki T, et al. Low CSF hypocretin-1/orexin-A associated with hypersomnia secondary to hypothalamic lesion in a case of multiple sclerosis. *J Neurol* 2004;251(7):885–6.
- 110.** Tachibana N, Howard RS, Hirsch NP, et al. Sleep problems in multiple sclerosis. *Eur Neurol* 1994;34(6):320–3.
- 111.** Fleming WE, Pollak CP. Sleep disorders in multiple sclerosis. *Semin Neurol* 2005;25(1):64–8.
- 112.** Vališ M, Taláb R, Masopust J. Únava u roztroušené sklerózy mozkomíšní a možnosti jejího ovlivnění. *Neurol Prax* 2005;1(1):40–1.
- 113.** Zellini F, Niepel G, Tench CR, et al. Hypothalamic involvement assessed by T1 relaxation time in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Mult Scler* 2009;15(12):1442–9. doi: 10.1177/1352458509350306.
- 114.** Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, et al. The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol* 1989;46(10):1121–3.
- 115.** Kos D, Kerckhofs E, Ketelaer P, et al. Self-report assessment of fatigue in multiple sclerosis: A critical evaluation. *Occupational Therapy in Health Care* 2004;17(3–4):45–62.