

Nejrozsáhlejší longitudinální studie kohorty 199 jedinců s NMDCC (Bednarik et al., 2008) zjistila, že k progresi do stadia manifestní myelopatie došlo během prvního roku sledování u 8 % a během průměrné doby sledování (medián 44 měsíců) u 22,6 % jedinců s NMDCC. Tato studie prokázala, že mezi prediktory vyššího rizika přechodu do symptomatické DCM patří dysfunkce krční míchy detekovaná elektrofyziologickými metodami (zejména somatosenzorickými – SEP – a motorickými evokovanými potenciály – MEP) (obdobně jako u menších předchozích pilotních studií – Bednarik et al., 1998, 2004) a dále přítomnost klinicky manifestní radikulopatie. Protože většina jedinců zařazených do této studie měla nemyelopatické symptomy (bolest v krční oblasti, radikulopatie), byla provedena následná studie, která zařadila do sledování i pacienty také s náhodně zjištěnou nemyelopatickou kompresí krční míchy (Kadanka et al., 2017). Tato studie prokázala o něco nižší podíl jedinců s progresí do DCM (13,4 % během 36 měsíců sledování) a potvrdila predikční význam radikulopatie a elektrofyziologických abnormalit krční míchy.

Magneticko-rezonanční techniky ve výzkumu a praktickém managementu NMDCC

Přesto, že detekce míšní komprese je klíčovým krokem v diagnostice jak DCM, tak NMDCC, panuje ve způsobu diagnostiky komprese značná nejednotnost. Řada autorů používá subjektivní expertní hodnocení změny míšní kontury v místě komprese, jiní pak využívají různé kvantitativní parametry vyjadřující tíž komprese („compression ratio“ – CR odrážející deformaci míchy) nebo příčnou plochu míchy („cross-sectional area“ – CSA jako měřítka míšní

atrofie) nebo jiné sofistikovanější parametry vyjadřující poměr mezi šířkou míchy a míšního kanálu (Smith et al., 2020; Martin et al., 2018a). Toto měření je vesměs manuální, časově náročné a náchylné k chybám. V poslední době byla publikována semiautomatická metoda detekce míšní komprese za využití volně dostupného softwaru Spinal Cord Toolbox (De Leener et al., 2017), který obsahuje řadu funkcionalit umožňujících derivovat z MR snímků řadu kvantitativních parametrů, jako je CR či CSA (Horakova et al., 2022). Tato semiautomatická metoda má nižší variabilitu opakovaných měření ve srovnání s expertním manuálním měřením a po dosažení plné automatizace by mohla být široce použita jak v longitudinálních studiích, tak v běžné diagnostice míšních kompresí.

Řada prací poukazuje na slabou korelaci mezi tíží komprese a klinickou manifestací (Nouri et al., 2022). Výjimečně je prokazován určitý vztah mezi tíží komprese vyjádřeném tzv. kompresivním poměrem případně změnami intenzity míšního signálu v T1/T2 váženém MR obraze a zvýšeným rizikem rozvoje DCM, avšak nálezy jsou nekonzistentní (Bednarik et al., 2008; Kadaňka et al., 2017; Wilson et al., 2013). V praktickém managementu NMDCC tak panuje stále mnoho nejistot a nejednotný přístup (Wilson et al., 2013; Fehlings et al., 2017). Obecně je akceptováno a doporučováno, že pacienti s NMDCC s manifestní radikulopatií a známkami míšní dysfunkce zjištěnými pomocí elektrofyziologických metod jsou ve zvýšeném riziku rozvoje myelopatie a měla by jim být nabídnuta jako alternativní postup preventivní chirurgická dekomprese.

Současné inovativní kvantitativní magneticko-rezonanční techniky jsou však schopny u NMDCC kromě detekce míšní kom-

prese a její tíže či hrubších strukturálních změn míšní tkáně v rámci rutinního anatomického zobrazovacího protokolu (hyperintenzita v T2/hypointenzita v T1 váženém protokolu) detekovat i subtilnější mikrostrukturální, metabolické a perfuzní změny v míšní tkáni jako důsledek míšní komprese, a to jak ve výši komprese, tak i v sousedních míšních segmentech. Jde o zobrazení tenzorů difuze (DTI) a další difuzní MR techniky (dMR) – viz také obrázek 1 (Keřkovský et al., 2012; Martin et al., 2018a; Labounek et al., 2020; Valosek et al., 2022), T2*-vážený poměr intenzity signálu mezi bílou a šedou hmotou („weighted white matter/gray matter signal intensity ratio“) (Martin et al., 2017, 2018 b), voxel-based volumetrii odrážející degeneraci míšní tkáně (Grabher et al., 2016, 2017; Valosek et al., 2020) nebo protonovou magneticko-rezonanční spektroskopii (1H MRS) (Horak et al., 2022). Zajímavé možnosti nabízí i „Intravoxel Incoherent Motion“ (IVIM) přinášející kvantifikaci perfuze míšní tkáně, která může hrát také roli v patofyziologii DCM. Průkaz známek subklinické mikrostrukturální či metabolické myelopatie pomocí těchto kvantitativních MR technik otevírá diskuzi o vhodnosti dosavadních diagnostických kritérií DCM založených na přítomnosti relativně pozdních klinických příznaků myelopatie a současně otázku, zda existence subklinické MR myelopatie představuje zvýšené riziko rozvoje symptomatické myelopatie. Predikční význam těchto kvantitativních metod v porovnání s dosud známými prediktory musí být ověřen longitudinálními studiemi, které by mohly sjednotit a zpřesnit pravidla a doporučení pro praktický management NMDCC.

Práce byla podpořena projektem institucionální podpory FN Brno MZ ČR – RVO (FNBr – 65269705) a grantem AZV NU22-04-00024.

LITERATURA

1. Badhiwala JH, Ahuja CS, Akbar MA, et al. Degenerative Cervical Myelopathy – Update and Future Directions. *Nat Rev Neurol.* 2020;16:108-124.
2. Bednarik J, Kadanka Z, Dusek L, et al. Presymptomatic spondylotic cervical myelopathy – an updated predictive model. *Eur Spine J.* 2008;17:421-431.
3. Bednarik J, Kadanka Z, Dusek L, et al. Pre-symptomatic spondylotic cervical cord compression. *Spine.* 2004;29:2260-2269.
4. Bednarik J, Kadanka Z, Vohanka S, et al. The value of somatosensory and motor evoked potentials in pre-clinical spondylotic cervical cord compression. *Eur Spine J.* 1998;7:

- 493-500.
5. Bednařík J, Sládková D, Kadaňka Z, et al. Are subjects with spondylotic cervical cord encroachment at increased risk of cervical spinal cord injury after minor trauma? *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2011;82:779-781.
6. Borden SD, McCowin PR, Davis DO, et al. Abnormal magnetic-resonance scans of the cervical spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:1178-84.
7. Davies BM, Mowforth OD, Gharooni A-A, et al. A New Framework for Investigating the Biological Basis of Degenerative Cervical Myelopathy [AO Spine RECODE-DCM Research Priority Number 5]: Mechanical Stress, Vulnerability and Time.

- Global Spine J.* 2022:in print.
8. Davies BM, Mowforth OD, Smith EK, et al. Degenerative cervical myelopathy. *BMJ.* 2018;360:k186.
9. De Leener B, Lévy S, Dupont SM, et al. SCT: Spinal Cord Toolbox, an open-source software for processing spinal cord MRI data. *Neuroimage.* 2017;145:24-43.
10. Fehlings MG, Ibrahim A, Tetreault L, et al. A global perspective on the outcomes of surgical decompression in patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 2015;40:1322-1328.
11. Fehlings MG, Tetreault LA, Riew KD, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Degene-