proLékaře.cz | 17.11.2026

doi: 10.48095/cccsnn2026S27

Kyčelní instabilita u spinální svalové atrofie v éře chorobu modifikujících terapií – přehled současných poznatků z pohledu ortopeda

Hip instability in spinal muscular atrophy in the era of disease-modifying therapies – a review of current knowledge from an orthopedic surgeon's perspective

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.

V. Poch, A. Stančák

Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie FNMH – Motol, Praha

✉
MUDr. Andrej Stančák, Ph.D.
Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie
FNMH – Motol
V Úvalu 84/1
150 06 Praha 5 – Motol
e-mail: andrej.stancak@fnmotol.cz

Přijato k recenzi: 25. 6. 2026
Přijato do tiku: 20. 10. 2026

Souhrn
Spinální svalová atrofie (spinal muscular atrophy; SMA) je genetické onemocnění charakterizované progresivní svalovou slabostí, které je často provázeno ortopedickými komplikacemi, vč. kyčelní instability. Zavedení chorobu modifikujících terapií (disease-modifying therapies; DMT) zásadně změnilo přirozený průběh onemocnění a vedlo k přehodnocení významu postižení kyčelního kloubu. Kyčelní instabilita se vyskytuje u značné části pacientů se SMA a její rozvoj je úzce spojen s tíží onemocnění a omezeným zatěžováním dolních končetin. Patogeneze je primárně dána biomechanickými faktory vedoucími k rozvoji coxa valga a acetabulární dysplazie. Přestože strukturální postižení dosahuje vysoké prevalence, jeho klinická manifestace, zejména bolest, není přímo úměrná radiografickému nálezu. Současný přístup k léčbě instability kyčelního kloubu je založen na proaktivním screeningu a individualizované, symptomaticky řízené léčbě.

Abstract
Spinal muscular atrophy (SMA) is a genetic disorder characterized by progressive muscle weakness and is frequently associated with orthopedic complications, including hip instability. The introduction of disease-modifying therapies (DMT) has significantly altered the natural course of the disease and led to a reassessment of the clinical relevance of hip involvement. Hip instability occurs in a substantial proportion of patients with SMA, and its development is closely associated with disease severity and reduced weight-bearing of the lower extremities. The pathogenesis is primarily driven by biomechanical factors leading to the development of coxa valga and acetabular dysplasia. Despite the high prevalence of structural abnormalities, their clinical manifestation, particularly hip pain, does not directly correlate with radiographic findings. The current approach to the management of hip instability is based on proactive screening and individualized, symptom-driven treatment.

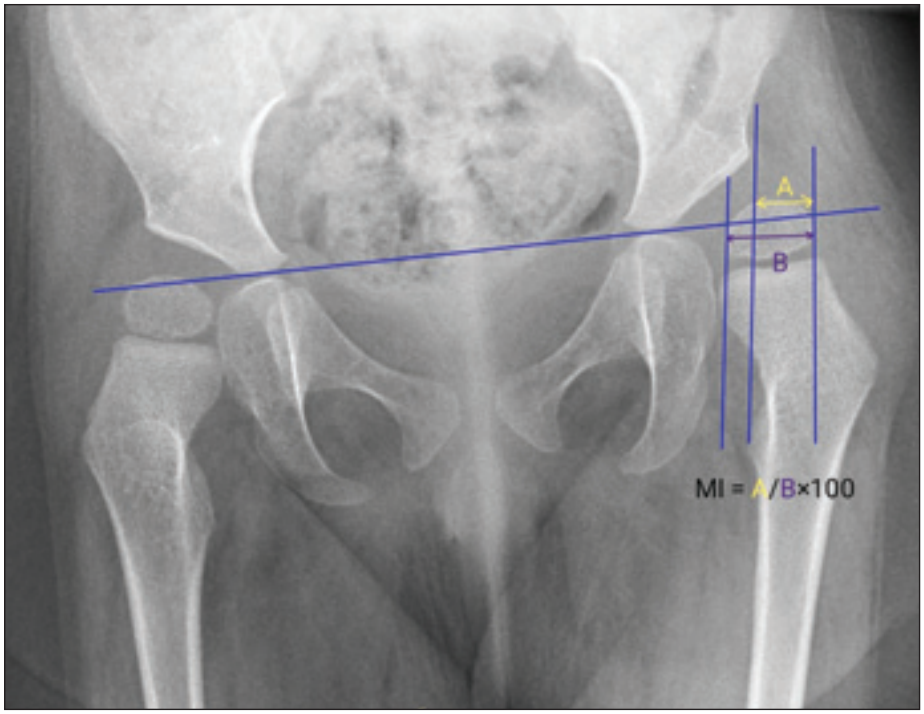
Klíčová slova
spinální svalová atrofie – kyčelní instabilita – strukturální změny kyčelního kloubu – bolest kyčelního kloubu – chorobu modifikující terapie

Key words
spinal muscular atrophy – hip instability – hip joint structural changes – hip pain, disease-modifing terapies

Úvod
Spinální svalová atrofie (spinal muscular atrophy; SMA) je považována za vzácné onemocnění s incidencí přibližně 1 na 10 000 narozených. V ČR to odpovídá zhruba 10–11 novým případům ročně [1]. Toto genetické onemocnění je charakterizované degenerací alfa-motoneuronů v předních rozích míšních, což vede k progresivní svalové slabosti, převážně proximální. Onemocnění je v 95 % případů způsobeno homozygotní delecí genu survival motor neuron 1 (SMN1) [2].

Ortopedické projevy jsou časté a zahrnují zejména svalové kontraktury, skoliózu a instabilitu kyčelního kloubu. Zavedení chorobu modifikujících terapií (disease-modifying therapies; DMT) jako jsou nusinersen, risdiplam a onasemnogen abeparovovec zásadně změnilo terapeutický přístup, přičemž vedlo k významnému zlepšení přežívání pacientů a zlepšení jejich motorického vývoje [3]. Tyto terapie zlepšují motorické funkce, stabilizují stav pacienta a zabraňují progresi onemocnění. Proto i pacienti s nejtěžším typem onemocnění jsou dnes schopní samostatného sedu nebo dokonce i stoje a chůze [1].

proLékaře.cz | 17.11.2026



Obr. 1. Příklad měření migračního indexu ke zhodnocení progrese instability kyčelního kloubu u dvouleté pacientky se spinální svalovou atrofií I. typu kde vlevo dosahuje migrace 63 %. (Zdroj: Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie FNMH, upravené autorem).

Fig. 1. An example of measuring the migration index to assess the progression of hip joint instability in a two-year-old female patient with type I spinal muscular atrophy, where migration reaches 63% on the left. (Source: Department of Pediatric and Adult Orthopedics and Traumatology, Motol and Homolka University Hospital; modified by the author).

Historický přístup k managementu kyčlí u SMA byl převážně konzervativní, pro vysokou míru redislokací po operacích a přesvědčení, že tyto stavy jsou obvykle nebolestivé [4]. Nicméně recentní studie ukazují, že bolest kyčle postihuje až 58 % pacientů a významně ovlivňuje aktivity každodenního života (activities of daily living; ADL) [5]. Tento přehledový článek syntetizuje současné poznatky o epidemiologii, patofyziologii, a vyvíjejících se standardech screeningu a chirurgické i konzervativní léčby kyčelní instability u pacientů se SMA v kontextu moderní medicíny.

Klasifikace SMA

Podle historických kritérií, platných v éře před zavedením DMT, se SMA klasifikovala do několika typů na základě věku nástupu a klinického obrazu. Nejzávažnější formu představuje SMA typu 0, která má prenatální začátek a již při narození se manifestuje výraznou hypotonií a přítomností kontraktur. Tito pacienti jsou ležící a bez dechové podpory obvykle nepřežívají déle než do 6 měsíců věku. SMA typu I (Werdnig–Hoffmannova choroba), která tvoří přibližně 60 % případů, se projevuje do 6. měsíce života. Typickým znakem je neschopnost samostatného sedu, generalizovaná hypotonie a klinický obraz tzv. „floppy baby". Pokud by typ I nebyl léčen, pacienti by nikdy nebyli schopní samostatného sedu, kolem 1. roku věku by se rozvinula porucha polykání a ve věku 2. let by 80 % vyžadovalo dechovou podporu. Středně těžkou formu představuje SMA typu II, kde se první příznaky objevují do 18. měsíce věku. Pacienti dosahují schopnosti samostatného sedu, avšak bez léčby nedosáhnou nezávislé chůze. Naopak u SMA typu III (Kugelberg–Welanderova choroba), která má nástup po 18. měsíci věku, je zachována schopnost samostatné chůze, alespoň v časných fázích onemocnění, i když v průběhu progrese může dojít k její ztrátě. Nejmírnější formou je SMA typu IV, která se manifestuje až v dospělosti. Tito pacienti zůstávají chodící a jejich délka života není významně zkrácena. Moderní klasifikace SMA se v současné éře dostupné kauzální léčby posouvá od historického dělení podle věku nástupu symptomů k hodnocení založenému na aktuálně dosažených motorických funkcí. Tradiční klasifikace přestává být v kontextu DMT dostačující, protože tito pacienti nyní dosahují dříve nemyslitelných výsledků. Nové funkční fenotypy rozdělují pacienty do kategorií na sedící, stojící a chodící [1,3].

Epidemiologie kyčelní instability

Prevalence kyčelní instability u pacientů se SMA je vysoká a recentní data ukazují na celkovou prevalenci až 75,6 % přičemž průměrný věk manifestace je 4,6 roku. U pacientů se SMA typu I dosahuje prevalence až 84 %, přičemž k rozvoji subluxace dochází časně, s průměrným věkem nástupu kolem 3,1 roku. U SMA typu II se instabilita kyčelních kloubů vyskytuje přibližně u 80 % pacientů, obvykle s pozdějším nástupem kolem 5,8 roku věku. Naproti tomu u SMA typu III, zejména u chodících pacientů, je prevalence výrazně nižší, přibližně 36 %, a rozvoj instability nastává v pozdějším věku, v průměru okolo 9 let.

Specifickou skupinou SMA pacientů s rizikem kyčelní instability jsou pacienti diagnostikováni cestou novorozeneckého screeningu. Vzhledem k celosvětově relativně krátkodobým zkušenostem s programem novorozeneckého screeningu prozatím nejsou známa data o výskytu kyčelní instability u této populace.

Z hlediska rizikových faktorů se ukazuje jako klíčový funkční stav pacienta. Nižší funkční výsledek dle Hammersmithové funkční motorické škály (Hammersmith Functional Motor Scale; HFMS ≤ 23) a neschopnost chůze pacienta je významně asociovaný se zvýšeným rizikem instability kyčlí. Naopak genetická závažnost vyjádřená počtem kopií SMN2 nebyla ve vztahu k rozvoji instability kyčlí statisticky významná. Zajímavým zjištěním je vztah mezi léčbou pomocí DMT a výskytem instability kyčlí. Zatímco v univariační analýze byla léčba spojena s vyšším rizikem, v multivariační analýze tento vztah vymizel. Pozorovaná souvislost mezi léčbou DMT a instability kyčlí je pravděpodobně ovlivněna tíží onemocnění a nepředstavuje skutečný kauzální vztah [6].

Patogeneze a vývoj kyčelní instability

Nedostatečná vertikalizace a zatěžovaní dolních končetin ve spojení s oslabením abduktorů kyčelního kloubu považováno za hlavní

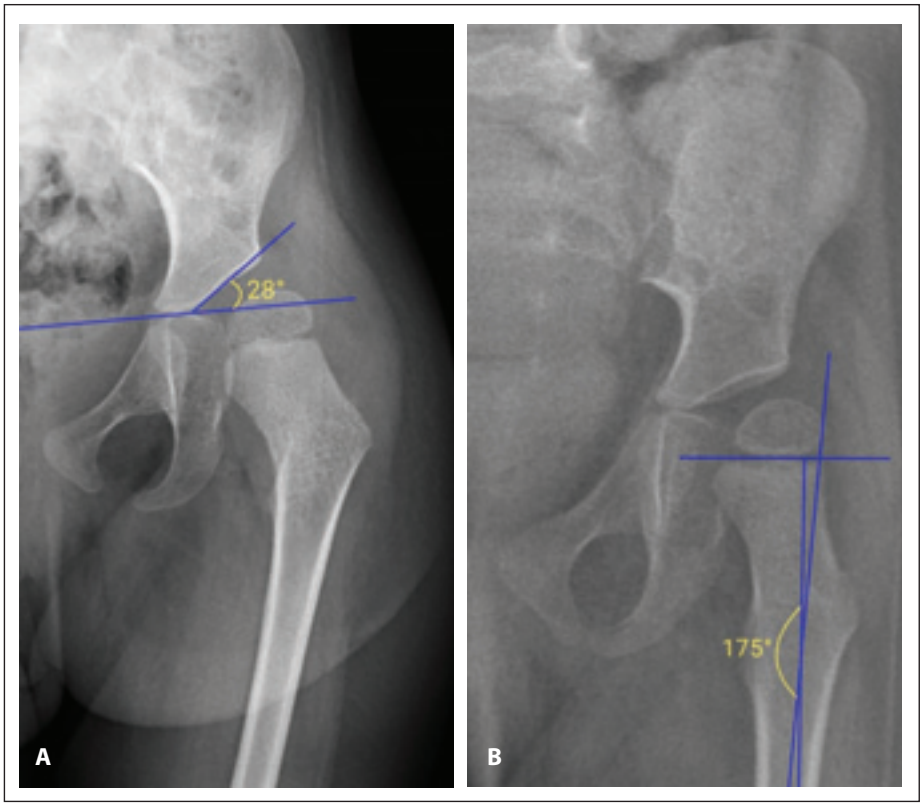
proLékaře.cz | 17.11.2026

faktor podílející se na vývoji instability kyčelního kloubu. Tyto faktory vedou ke snížení stimulu pro růst velkého trochanteru, což následně přispívá ke vzniku coxa valga v důsledku laterálního sklonu proximální femorální růstové ploténky, rozvoji acetabulární dysplazie a subluxaci kloubu [6].

Dle studie Krajewski et al. (2025), se instabilita kyčelního kloubu vyskytuje napříč všemi typy SMA, avšak s výrazně odlišnou dynamikou progrese. U pacientů se SMA typu I je progrese signifikantně rychlejší, přibližně trojnásobná ve srovnání s typem II a až šestinásobná ve srovnání s typem III. Studie současně hodnotí vývoj acetabula pomocí acetabulárního indexu (AI) a poměru hloubky a šíře acetabula (acetabular depth ratio; ADR), přičemž bylo prokázáno, že AI s věkem narůstá a ADR naopak klesá. Tyto nálezy svědčí pro abnormální vývoj acetabula charakterizovaný jeho progresivním oplošťováním, nedostatečným krytím hlavice femuru a selháním fyziologického remodelačního procesu během růstu [7].

Na tyto poznatky navazuje komparativní studie Ulusaloglu et al. (2022), která rozšiřuje interpretaci o patofyziologický kontext a ukazuje, že obdobné morfologické změny vznikají navzdory odlišnostem ve svalovém tonu. Bylo pozorováno, že jak u hypotonické SMA, tak u hypertonické dětské mozkové obrny (DMO) je kapitodiafytzární úhel (head–shaft angle, HSA) zvýšený, časně přítomný a perzistuje, zatímco dochází k progresivnímu nárůstu migrace hlavice femuru. Současně byla potvrzena signifikantní korelace mezi hodnotou migračního indexu (MI) a AI, což podporuje koncept sekundární acetabulární dysplazie vznikající na podkladě laterální migrace hlavice při nedostatečném krytí (obr. 1). Zásadním zjištěním této studie je skutečnost, že k rozvoji kyčelní nestability dochází u pacientů se SMA dokonce dříve než u pacientů s DMO, přestože chybí spasticita jako tradičně předpokládaný etiologický faktor. Tyto výsledky tak podporují hypotézu, že klíčovým mechanizmem není svalová hypertonie, ale spíše nedostatečné zatěžování kyčelního kloubu a slabost abduktorového aparátu, vedoucí k poruše fyziologického růstu proximálního femuru, rozvoji coxa valga a následně i sekundární acetabulární dysplazie (obr. 2) [8].

Tyto závěry dále podporuje longitudinální komparativní studie Almeida da Silva et al. (2024), která ukazuje, že u pacientů se SMA i u těžkých forem DMO dochází v průběhu



Obr. 2. Měření acetabulárního indexu (vlevo) ke zhodnocení acetabulární dysplázie a měření kapitodiafyzárního úhlu (vpravo) ke zhodnocení valgózní deformity proximálního femuru. (Zdroj: Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie FNMH, upravené autorem).

Fig. 2. Measurement of the acetabular index (left) to assess acetabular dysplasia and measurement of the capitodiaphyseal angle (right) to assess valgus deformity of the proximal femur. (Source: Department of Pediatric and Adult Orthopedics and Traumatology, Motol and Homolka University Hospital; modified by the author).

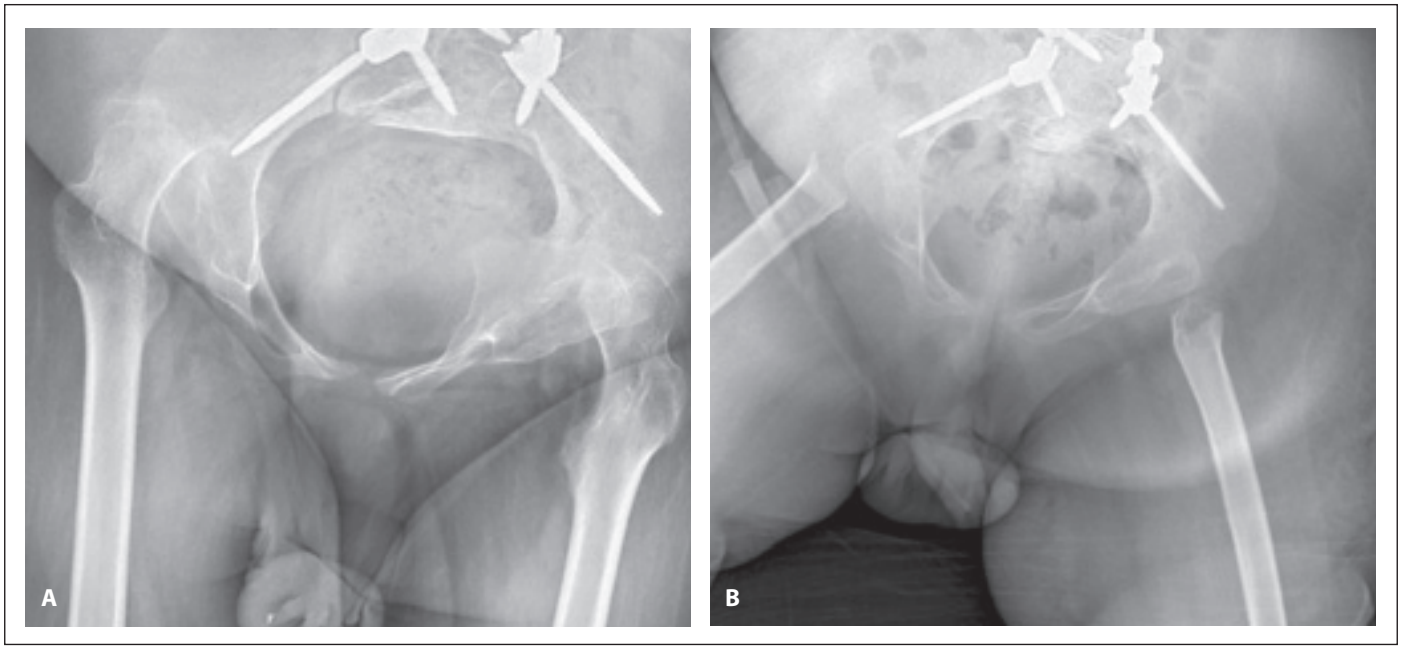
růstu k progresivnímu nárůstu HSA i kolodiafyzárního úhlu (neck–shaft angle; NSA), na rozdíl od fyziologického vývoje, kde tyto parametry s věkem klesají. Tento odlišný vývoj potvrzuje, že u pacientů s poruchou motorické funkce nedochází k fyziologické remodelaci proximálního femuru, ale naopak k progresi coxa valga, která pravděpodobně představuje časný strukturální podklad pro následný rozvoj instability kyčelního kloubu [9].

Bolest kyčelního kloubu

Bolest kyčelního kloubu u pacientů se SMA byla dlouhou dobu považována za méně významný klinický problém. Recentní data však ukazují, že se vyskytuje až u 58 % pacientů, přičemž přibližně 14 % udává bolest střední až vysoké intenzity. Přestože průměrná intenzita bolesti je relativně nízká, má významný dopad na každodenní fungování, zejména při dlouhodobém sezení, spánku a přesouvání (např. z postele na vozíček). Bolest má nejčastěji polohový charakter, což podporuje její převážně mechanickou etiologii. Mezi hlavní rizikové faktory patří obezita, kontraktury, luxace kyčelního kloubu a předchozí chirurgická korekce skoliózy, zatímco typ SMA ani ambulantní status nebyly v této studii s výskytem bolesti významně asociovány. Tyto nálezy naznačují, že bolest kyčle u SMA je multifaktoriální a úzce souvisí s biomechanickými změnami kyčelního kloubu a pánevní oblasti [5].

Starší studie zaměřené na nechodící pacienty se SMA typu I a II uvádějí nižší prevalenci bolesti kyčelního kloubu, přibližně 32 %, přičemž bolest byla výrazně častější u pacientů se SMA typu II. než u typu I. Zásadním zjištěním těchto prací je absence korelace mezi závažností radiografického nálezu a přítomností bolesti, kdy většina pacientů vykazovala výraznou patologii kyčelního kloubu bez klinických obtíží. Tyto výsledky podporují koncept, že bolest kyčle u SMA není primárně dána samot-

proLékaře.cz | 17.11.2026



Obr. 3. RTG před (vlevo) a po (vpravo) oboustranném paliativním výkonu (resekce hlavice proximálního femuru) u 16letého pacienta se spinální svalovou atrofií II. typu pro symptomatickou, bolestivou luxaci obou kyčelních kloubů. (Zdroj: Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie FNMH).

Fig. 3. X-rays before (left) and after (right) a bilateral palliative procedure (resection of the proximal femoral head) in a 16-year-old patient with type II spinal muscular atrophy due to symptomatic, painful dislocation of both hip joints. (Source: Department of Pediatric and Adult Orthopedics and Traumatology, Motol and Homolka University Hospital).

nou dislokací, ale spíše komplexními biomechanickými faktory zahrnujícími interakci páteře, pánve a kyčelního kloubu [10]. Souhrnně lze konstatovat, že bolest kyčelního kloubu u pacientů se SMA není přímým důsledkem samotné strukturální deformity, ale výsledkem komplexní interakce biomechanických a funkčních faktorů. Absence jasné korelace mezi radiografickým nálezem a klinickými obtížemi zdůrazňuje nutnost individualizovaného přístupu, kdy by indikace k léčbě měla být primárně vedena symptomy pacienta a jeho funkčním stavem, nikoli pouze zobrazovacími parametry.

Screening vývoje kyčelního kloubu

Současná doporučení, podpořená Delphi konsenzem expertů, doporučují radiografický screening kyčelních kloubů provádět jednou ročně, ideálně se zahájením mezi 6. a 18. měsícem věku, což odráží časný nástup a rychlou progresi kyčelní instability u pacientů se SMA. Při hodnocení je doporučeno sledovat zejména parametry MI, AI a HSA, které umožňují kvantifikaci progrese deformity [3].

Léčba kyčelní instability

Historicky byl přístup ke kyčelní instabilitě u pacientů se SMA převážně konzervativní, a to zejména z důvodu nízkého funkčního potenciálu pacientů, vysokého rizika komplikací a časté reluxace po chirurgické léčbě, která zahrnovala především rekonstrukční výkony [4].

Současný přístup je charakterizován proaktivním přístupem ke screeningovému vyšetření, zatímco terapeutická intervence je indikována selektivně, především na základě přítomnosti bolesti a funkčního omezení, s preferencí individualizovaného rozhodování v rámci multidisciplinárního týmu. Konzervativní přístup je preferován především u asymptomatických pacientů bez významného funkčního omezení. Jednou z možností časné chirurgické intervence u kyčlí ohrožených luxací je řízený růst proximálního femuru (proximal femoral guided growth), který umožňuje ovlivnění vývoje proximálního femuru během růstu. Tato metoda představuje potenciálně méně zatěžující alternativu, vhodnou pro vybrané pacienty, avšak její dlouhodobá efektivita zatím není dostatečně doložena. Rekonstrukční operace kyčelního kloubu jsou zvažovány zejména u pacientů s bolestivou instabilitou, především při selhání konzervativní nebo méně invazivní léčby. Historicky byly tyto výkony spojeny s vyšším rizikem reluxace v důsledku svalové hypotonie, avšak v éře DMT může být tento efekt částečně zmírněn. U pokročilých a bolestivých stavů, zejména u nerekonstruovatelných nálezů, mohou být zvažovány i paliativní (salvage) výkony (obr. 3), případně náhrada kyčelního kloubu, s cílem zlepšení komfortu a snížení bolesti [3].

Diskuze

Zdánlivá asociace mezi DMT a vyšší prevalencí luxace kyčelního kloubu pravděpodobně odráží zkreslení vlivem tíže onemocnění, nikoli kauzální vztah. Jsou léčení pacienti i s nejtěžšími formami SMA, kteří mají vyšší riziko rozvoje kyčelní instability. Současně prodloužené přežívání těchto pacientů umožňuje manifestaci ortopedických komplikací, které by se v předchozí éře, před léčbou DMT nemusely klinicky projevit [6]. Poznatky této práce jsou v souladu s longitudinální studií, která ukazuje, že kyčelní instabilita se vyskytuje napříč všemi typy SMA, přičemž její progrese je výrazně závislá na tíži onemocnění. Autoři sami zdůrazňují, že studie nebyla designována k hodnocení efektu DMT a že k posouzení tohoto vztahu by bylo nutné prospektivní randomizované sledování. Tento nález podporuje interpretaci, že zdánlivá asociace mezi DMT a vyšším výskytem luxací může být vysvětlena zkreslením

proLékaře.cz | 17.11.2026

vlivem tíže onemocnění, kdy jsou k léčbě indikováni pacienti s těžším fenotypem [7]. Výsledky jsou dále konzistentní se studiemi, které ukazují, že morfologické změny kyčelního kloubu jsou podobné u hypotonické SMA i hypertonické DMO. Přestože je svalový tonus odlišný, dochází k obdobné progresi migrace hlavice femuru a rozvoji acetabulární dysplazie. Tyto výsledky naznačují, že spasticita není hlavní etiologický faktor instability kyčelního kloubu a podporují význam svalové slabosti a nedostatečného zatěžování kyčelního kloubu [8,9]. Prevalence bolesti v oblasti kyčelního kloubu je vyšší, než se předpokládalo a pravděpodobně má multifaktoriální charakter. Kromě samotné instability kyčelního kloubu byly s vyšší intenzitou bolesti významně asociovány také kontraktury, obezita a předchozí chirurgická korekce skoliózy, což podporuje hypotézu, že bolest není dána pouze strukturální deformitou, ale komplexní interakcí biomechanických a klinických faktorů [5].

Interpretace těchto výsledků je limitována několika faktory. Většina studií má retrospektivní charakter. Dalším omezením je absence standardizovaného radiografického screeningu a časový odstup mezi zobrazovacím vyšetřením a klinickým hodnocením, což může zkreslit vztah mezi strukturálním nálezem a klinickými obtížemi. Hodnocení bolesti bylo subjektivní, přičemž část dat byla získána pomocí telefonického dotazování, a mohlo být ovlivněno i dalšími symptomy onemocnění. V neposlední řadě většina dostupných studií zahrnuje relativně malé a heterogenní soubory pacientů, což omezuje přenositelnost výsledků.

Závěr

Kyčelní instabilita představuje častou a klinicky významnou komplikaci spinální muskulární atrofie, jejíž význam v posledních letech narůstá v souvislosti se zavedením chorobu modifikujících terapií. Přestože strukturální postižení kyčelního kloubu dosahuje vysoké prevalence, jeho klinická manifestace je variabilní a není přímo úměrná závažnosti radiografického nálezu.

Současné poznatky ukazují, že patogeneze kyčelní instability je primárně dána biomechanickými faktory, zejména nedostatečným zatěžováním kyčelního kloubu a svalovou slabostí, vedoucími k progresi coxa valga a sekundární acetabulární dysplazii. Tyto změny představují strukturální podklad instability, avšak samy o sobě nejsou spolehlivým prediktorem klinických obtíží.

Současný přístup je proto založen na proaktivním screeningu a individualizované, symptomaticky řízené léčbě, kde klíčovou roli při indikaci intervence hraje přítomnost bolesti a funkčního omezení, nikoli pouze zobrazovací nález. Tento posun od strukturálně orientovaného k pacientský orientovanému přístupu odráží měnící se přirozený průběh onemocnění v éře DMT.

Další výzkum by měl být zaměřen na dlouhodobý vliv DMT na vývoj kyčelního kloubu a optimalizaci indikací k chirurgické léčbě v této specifické populaci pacientů.

Literatura

1. Haberlová J, Hedvičáková P, Fuchsová P et al. Spinální svalové atrofie v dětském věku – aktuální stav léčby. Neurol praxi 2022; 23(1): 9–13. doi: 10.36290/neu.2022.014.

2. Antonaci L, Pera MC, Mercuri E. New therapies for spinal muscular atrophy: where we stand and what is next. Eur J Pediatr 2023; 182(7): 2935–2942. doi: 10.1007/s00431-023-04883-8.

3. Vanegas MI, Baranello G, Norman-Taylor F et al. Hip displacement management in spinal muscular atrophy in the era of disease modifying therapies: a Delphi consensus study in the UK. EClinicalMedicine 2026; 95: 103872. doi: 10.1016/j.eclinm.2026.103872.

4. Vitale M, Roye B, Bloom Z et al. Best practices for the orthopaedic care of children with spinal muscular atrophy: a consensus statement from the european neuromuscular centre standard of care orthopaedic working group. J Pediatr Orthop Soc North Am 2022; 4(1): 296. doi: 10.55275/JPOSNA-2022-0006.

5. Xu AL, Crawford TO, Sponseller PD. Hip pain in patients with spinal muscular atrophy: prevalence, intensity, interference, and factors associated with moderate to severe pain. J Pediatr Orthop 2022; 42(5): 273–279. doi: 10.1097/BPO.0000000000002091.

6. Ulusaloglu AC, Asma A, Shrader MW et al. Hip displacement in spinal muscular atrophy: the influences of genetic severity, functional level, and disease-modifying treatments. J Pediatr Orthop 2024; 44(3): e226–e231. doi: 10.1097/BPO.0000000000002595.

7. Krajewski KT, Coomer W, Gerk A et al. Hip instability in children with spinal muscular atrophy: a retrospective study. J Pediatr Orthop 2025; 45(2): e131–e137. doi: 10.1097/BPO.0000000000002827.

8. Ulusaloglu AC, Asma A, Rogers KJ et al. The influence of tone on proximal femoral and acetabular geometry in neuromuscular hip displacement: a comparison of cerebral palsy and spinal muscular atrophy. J Child Orthop 2022; 16(2): 121–127. doi: 10.1177/18632521221084184.

9. Almeida da Silva LC, Hori Y, Kaymaz B et al. Femoral neck-shaft angle changes based on the severity of neurologic impairment in children with cerebral palsy and spinal muscular atrophy. J Child Orthop 2024; 18(5): 523–530. doi: 10.1177/18632521241277023.

10. Hanna RB, Nahm N, Bent MA et al. Hip pain in nonambulatory children with type-I or II spinal muscular atrophy. JB JS Open Access 2022; 7(3): e22.00011. doi: 10.2106/JBJS.OA.22.00011.