

SOUBORNÝ REFERÁT/CURRENT CONCEPTS REVIEW

Úvod do sonograficky navigovaných intervencí pohybového aparátu

Introduction to Ultrasound-Guided Musculoskeletal Interventions

KAMAL MEZIAN¹, TOMÁŠ NOVOTNÝ^{2,3}, ONDŘEJ NAŇKA⁴¹ Klinika rehabilitačního lékařství I. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice, Praha² Ortopedická klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem³ Ortopedická klinika, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova, Praha⁴ Anatomický ústav I. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha**Korespondující autor:**

MUDr. Tomáš Novotný, Ph.D.

Ortopedická klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní, a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem

Sociální péče 3316/12a

400 11 Ústí nad Labem-Severní Terasa

tomas.novotny@kzcr.eu

Mezian K, Novotný T, Naňka O. Úvod do sonograficky navigovaných intervencí pohybového aparátu. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 92;2025(Suppl 1):5–8.

SUMMARY

The text is an introduction to six articles on ultrasound-guided musculoskeletal interventions for the major extremity joints. Each article provides a detailed overview of injections for the shoulder,

elbow, wrist and hand, hip, knee, ankle, and foot. The text of this manuscript emphasizes general advantages, techniques, and practical considerations of ultrasound guided injections. It highlights the benefits of ultrasound guidance over traditional palpation-based methods, emphasizing improved accuracy, safety, and therapeutic efficacy. Various ultrasound-guided techniques,

including in-plane and out-of-plane needle approaches and indirect marking methods, are discussed. Key factors influencing procedural success, such as needle visibility optimization, proper ultrasound settings, and aseptic precautions, are explored in detail. Additionally, the article briefly describes training methods for mastering ultrasound-guided injections.

ÚVOD

Ultrazvuková (UZ) navigace zvyšuje přesnost intervenčních výkonů na pohybovém aparátu. Moderní přístroje s vysokým rozlišením umožňují detailní vizualizaci a hodnocení morfologie měkkotkáňových struktur (3). Podle dostupných zdrojů se ve srovnání s injekcemi aplikovanými podle palpačních orientačních bodů, tzv. naslepo, zvyšuje při použití UZ navigace jak bezpečnost, tak terapeutický efekt. Typickými cíli těchto zákroků jsou klouby, šlachy, ligamenta, svaly a periferní nervy (2, 4). Ve speciálních případech lze sonografickou navigaci využít i pro aplikaci léčiv do jiných struktur, například při intramuskulárních injekcích.

Oproti rentgenovým zobrazovacím metodám používaným k navigaci jehly, má UZ výhodu široké dostupnosti a absence ionizujícího záření. Další předností UZ je možnost přímé vizualizace měkkotkáňových struktur ve vysokém rozlišení a současně zobrazení cév, což přispívá k prevenci jejich poranění.

Samotnému intervenčnímu výkonu předchází sonografické zobrazení cílové oblasti. Přístroj se nastavuje tak, aby bylo dosaženo optimální přehlednosti cíle i trajektorie k němu vedoucí. Základními parametry, které ovlivňují kvalitu zobrazení, jsou zesílení

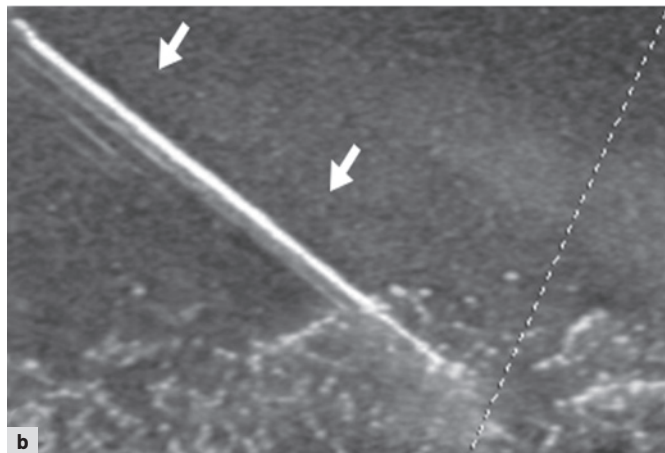
signálu (gain), hloubka a fokusace. Na rozdíl od diagnostického zobrazování, kde je objekt zájmu umístěn do středu obrazovky, při injekční aplikaci zůstává cíl na jejím okraji, aby bylo možné co nejdříve vizualizovat přibližující se jehlu.

Způsob provedení výkonu se může u různých pacientů lišit a závisí na klinické rozvaze, která zahrnuje načasování, techniku aplikace, volbu léčiva a jeho dávkování. Před vlastním výkonem vždy pečlivě zvažujeme očekávaný přínos pro pacienta ve vztahu k možným rizikům.

TECHNIKY ULTRAZVUKOVÉ NAVIGACE

V intervenční muskuloskeletální medicíně se navigační držák jehly připevněný k UZ sondě s definovaným úhlem inzerce používá jen zřídka. Standardní metodou je technika z volné ruky tzv. free-hand technika, která umožňuje operativní úpravu směru průniku jehly v reálném čase.

Jednou z možností sonografické navigace jehly je technika indirect, při níž se na kůži pacienta fixem vyznačí orientační



Obr. 1. In-plane technika; a – jehla je vedena paralelně s dlouhou osou sondy, b – sonogram znázorňující in-plane vedení jehly (označeno šipkami). Je použita funkce zvýraznění viditelnosti jehly – beam steering.

značky po stranách sondy. Následně se sonda pootočí o 90° a značení na cílovém objektu se zopakuje. Spojením protilehlých značek vznikne kříž, jehož střed odpovídá místu projekce cílové struktury. Hloubku cíle lze odhadnout podle měřítka na okraji obrazovky a na základě tohoto odhadu zvolit odpovídající délku jehly. Výhodou této metody je jednodušší zajištění sterility, protože UZ gel ani sonda nejsou v přímém kontaktu s místem vpichu. Nevýhodou je, že průběh jehly není vizualizován v reálném čase.

Tuto nevýhodu eliminuje technika direct, která zahrnuje dvě základní varianty:

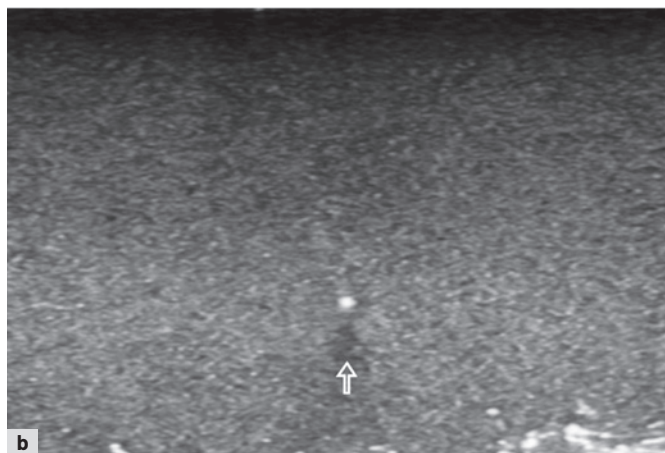
1. In-plane přístup: Jehla je zaváděna paralelně s dlouhou osou sondy (obr. 1), což umožňuje její nepřetržitou vizualizaci během celého výkonu.
2. Out-of-plane přístup: Jehla je zaváděna kolmo na dlouhou osu sondy (obr. 2), na obrazovce je patrná jako hyperechogenní

(bílý) bod. Posunem sondy bod zmizí a následně jehlu následujeme, čímž zajistíme kontrolu nad hrotem jehly.

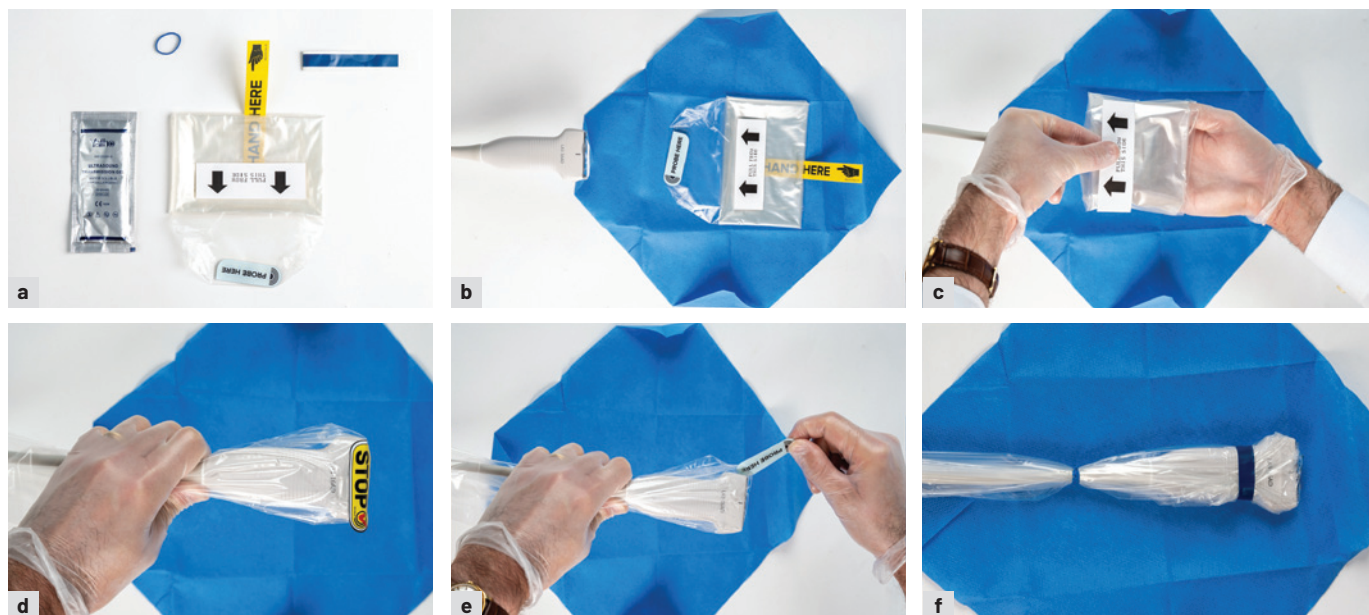
Optimalizace viditelnosti jehly při in-plane technice

U námi preferované in-plane techniky je klíčové udržet jehlu co nejlépe viditelnou. Optimální je inserce paralelně s dlouhou osou sondy, tj. úhel 0° , čímž se minimalizuje riziko artefaktu anizotropie a jehla zůstává po celé délce hyperechogenní. Pokud je nutné jehlu zavést pod úhlem (například z anatomických důvodů), lze zlepšit její vizualizaci nakloněním sondy proti směru jehly. Alternativně lze využít softwarové zvýšení kontrastu jehly, tzv. beam steering, dostupné u některých UZ přístrojů.

Pro zachování dobré orientace je důležité, aby stranová osa jehly kopírovala dlouhou osu sondy. I mírná laterální odchylka



Obr. 2. Out-of-plane technika; a – jehla je vedena kolmo na dlouhou osu sondy, b – sonogram znázorňující out-of-plane vedení jehly, která je na obrazovce patrná jako hyperechogenní bod (označeno šipkou).



Obr. 3. Příprava komerčně dostupného návleku na sondu; a – na obrázku je sterilní ultrazvukový gel a sterilní návlek na sondu, b – přímo na sondu nanese ultrazvukový gel (nemusi být sterilní), c – sonda je zabalena do sterilního návleku, d, e – samolepka se značkou je stržena, f – připravený sterilní návlek na sondu.

může vést ke ztrátě vizualizace hrotu jehly. K dalším metodám zlepšujícím viditelnost patří použití echogenních jehel s nepravidelným povrchem, které lépe odrážejí UZ vlny a zlepšují vizualizaci. V případě nejistoty ohledně přesné polohy hrotu jehly lze použít jemné zavibrování (třes jehlou) nebo aplikaci malého množství tekutiny (například lokálního anestetika), která se zobrazí jako hypoechogenní depo v okolí hrotu. Častou příčinou ztráty vizualizace je také ohnutí jehly, což se vyskytuje především u tenkých jehel při vyšším odporu tkáně.

ZAJIŠTĚNÍ STERILITY

Na rozdíl od léčebných obstřihů prováděných podle palpačních orientačních bodů představuje při UZ navigovaných výkonech potenciální zdroj kontaminace jak UZ gel, tak samotná sonda (6). Z tohoto důvodu je nezbytné dbát na přísné aseptické podmínky a zavádět jehlu v dostatečné vzdálenosti od sondy i gelu, v místě, kde byla kůže řádně dezinfikována (1).

K dezinfekci doporučujeme použít sterilní čtvereček napuštěný antiseptickým roztokem, jelikož aplikace dezinfekčního spreje z dálky by mohla poškodit UZ sondu. Ve specifických případech lze ke snížení rizika kontaminace využít jednorázový sterilní UZ gel a sterilní návlek na sondu. Návlek může být buď komerčně dostupný (obr. 3), nebo improvizovaně vyrobený ze sterilních rukavic (obr. 4).

SPECIFICKÉ KOMPLIKACE

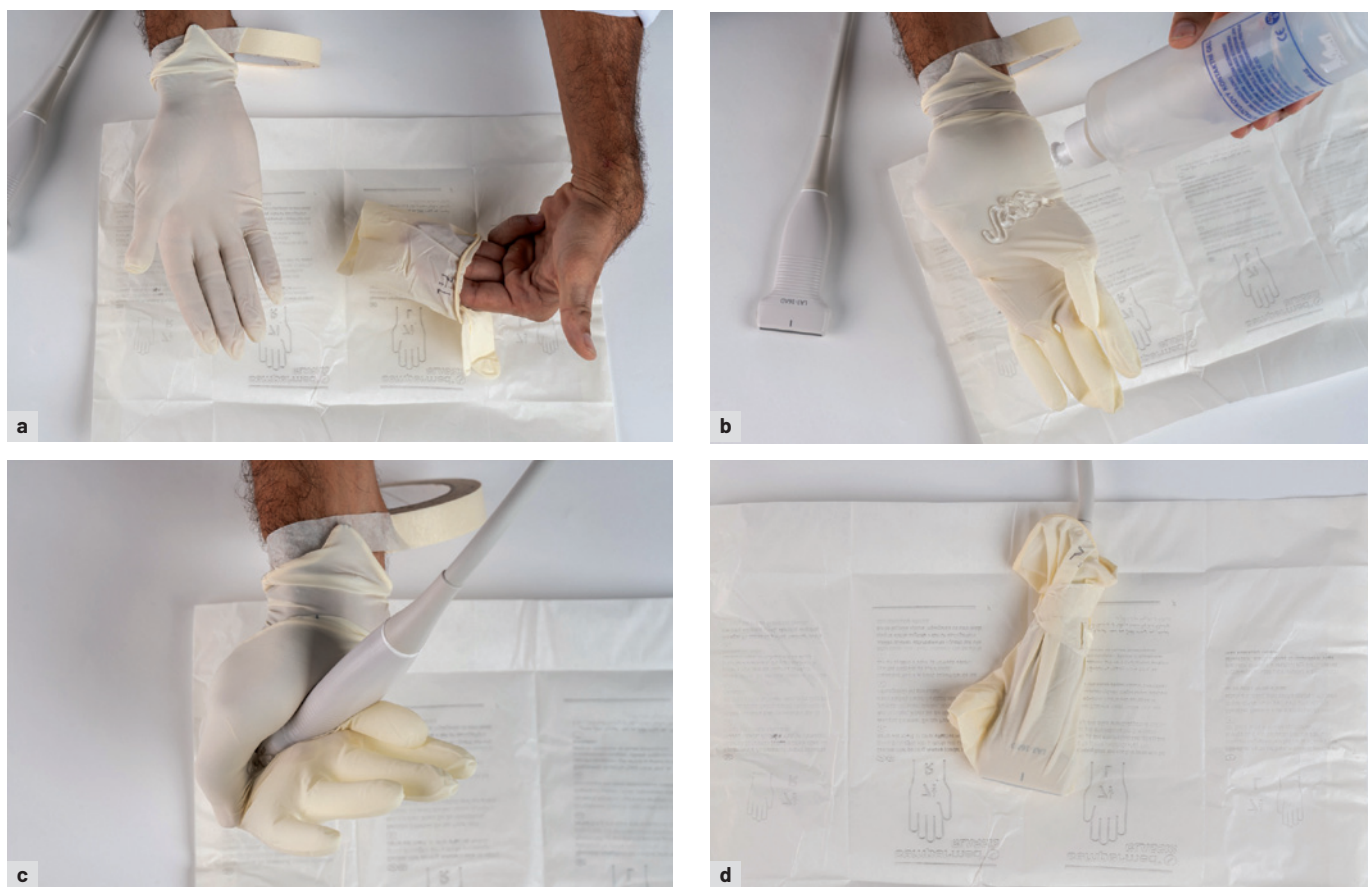
Přestože UZ navigace zvyšuje bezpečnost aplikace injekcí, nelze zcela vyloučit riziko komplikací, jako je například krvácení. U rizikových pacientů, nebo při podezření na pokračující krvácení, lze využít funkci barevného Dopplerovského mapování k jeho vyloučení či potvrzení a v případě potřeby provést hemostatický zásah, například kompresi. Relativní nevýhodou přímé – direct – UZ navigace je potenciální kontaminace jehly UZ gelem nebo sondou. Z tohoto důvodu je nezbytné dbát na přísné aseptické podmínky při výkonu. Další možnou komplikací je poranění periferních nervů. Při léčebném obstřihu periferního nervu je doporučeno směřovat hrot jehly tangenciálně k jeho okraji, nikoliv centrálně.

Nepřesná aplikace léčiva mimo cílovou oblast může vést k nedostatečnému terapeutickému efektu. V případě nejistoty ohledně přesného technického provedení injekce je vhodné si tuto skutečnost poznamenat, aby bylo možné výkon případně zopakovat alternativní technikou.

Přechodná postinjekční exacerbace bolesti je relativně častá a obvykle spontánně odezní během 2–3 dnů. Léčba je symptomatická. Další možné komplikace, například alergické reakce, odpovídají těm, které mohou nastat při injekcích prováděných podle anatomických orientačních bodů.

PRAKTICKÉ TIPY NA OSVOJENÍ NAVIGACE JEHLY ULTRAZVUKEM

Základní dovednosti v intervenční sonografii lze získat v rámci praktických kurzů a dále rozvíjet každodenní klinickou praxí.



Obr. 4. Příprava sterility návleku na sondu ze sterility rukavic; a – první rukavici si navlečeme na pravou ruku (pro praváky), kdy klademe důraz na to, abychom se nedotkli vnější vrstvy rukavice, následně oblečeme jako druhou vrstvu další rukavici, b – do dlaně si připravíme nesterilní ultrazvukový gel, c – sondu uchopíme do dlaně s gelem, d – po přetažení vrchní rukavice ji upevníme na sondě pomocí lepicí pásky či gumíčky.

Začínajícím intervenčním sonografistům se doporučuje trénink navigačních technik na fantomech, které umožňují bezpečně a efektivně procvičení. K tomuto účelu lze využít například krutí prsa nebo želatinové bloky, které je možné snadno vyrobit z běžně dostupných materiálů (5).

ZÁVĚR

Ultrazvuková navigace zvyšuje přesnost a bezpečnost intervenčních výkonů na pohybovém aparátu. Díky široké dostupnosti nachází stále širší uplatnění. Pro dosažení optimálních výsledků je klíčová správná indikace, načasování, volba typu a dávky léčiva, technika provedení, kvalitní vizualizace jehly, dodržení aseptických podmínek a rutinní praktický nácvik. ■

Literatura

- Ata AM, Onat ŞŞ, Özçakar L. Letter to the editor: does the use of ultrasound affect contamination of musculoskeletal injections sites? Clin Orthop Relat Res. 2015;473:390.
- Mezian K, Steyerová P, Vacek J, Navrátil L. Introduction to neuromuscular ultrasound. Cesk Slov Neurol N. 2016;79:656-661
- Özçakar L, Ricci V, Chang KV, Mezian K, Kara M. Musculoskeletal ultrasonography: ninety-nine reasons for physiatrists. Med Ultrason. 2022;24:137-139.
- Özçakar Levent. Ultrasound Imaging & Guidance for musculoskeletal interventions in physical and rehabilitation medicine. Edi. Ermes, Milano, 2023.
- Salce G, Jačisko J, Ricci V, Mezian K, Özçakar L. EURO-MUSCULUS/USPRM phantom recipe for (musculoskeletal) interventional ultrasound training. Eur J Phys Rehabil Med. 2025;61:102-108.
- Sherman T, Ferguson J, Davis W, Russo M, Argintar E. Does the use of ultrasound affect contamination of musculoskeletal injections sites? Clin Orthop Relat Res. 2015;473:351-357.