

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Ultrazvukem navigovaný obstřík thorakolumbální fascie v terapii bolestí zad: metodický postup a anatomická studie

Ultrasound-Guided Injection of the Thoracolumbar Fascia in the Treatment of Low Back Pain:

Methodological Approach and Anatomical Study

TOMÁŠ NOVOTNÝ^{1,2}, ONDŘEJ NAŇKA³, DANIEL NALOS⁴, KAMAL MEZIAN⁵

¹Ortopedická klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity J.E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

²Ortopedická klinika Lékařské fakulty v Hradci Králové a Fakultní nemocnice Hradec Králové, Univerzita Karlova, Praha

³Anatomický ústav 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

⁴Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajské zdravotní a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

⁵Klinika rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha

Korespondující autor:

MUDr. Tomáš Novotný, Ph.D.

Ortopedická klinika Fakulty zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí n. L.
a Krajské zdravotní a. s. – Masarykovy nemocnice v Ústí n. L., o. z.

Sociální péče 3316/12a

401 13 Ústí nad Labem

tomas.novotny@kzcr.eu

Novotný T, Naňka O, Nalos D, Mezian K. Ultrazvukem navigovaný obstřík thorakolumbální fascie v terapii bolestí zad: metodický postup a anatomická studie. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2026;93:15–21.

ABSTRACT

Purpose of the study

To develop an anatomically verified protocol for ultrasound-guided analgesic interventions targeting the thoracolumbar fascia region for the treatment of both acute and chronic back pain.

Material and methods

One cadaver was embalmed using the Fix-4-Life method, which preserves tissue properties suitable for subsequent ultrasound visualization. Under ultrasound guidance, a needle was inserted to the thoracolumbar fascia at

the level of the transverse process of the fourth lumbar vertebra. Upon contact with the transverse process, 5 ml of diluted red latex dye was injected. The distribution of the injected fluid was then observed through anatomical dissection.

Results

This cadaveric study confirmed that ultrasound-guided injection into the middle layer of the thoracolumbar fascia is both accurate and technically feasible. The dye demonstrated substantial potential to spread within the targeted area, distributing mediolaterally among the structures of the m. erector trunci and cranio-caudally over a range exceeding 10 cm, encompassing nearly four spinal segments.

Discussion

Back pain of various etiologies remains a major interdisciplinary challenge. Refining therapeutic techniques may improve the outcomes. The thoracolumbar fascia represents a promising target for delivering local anesthetics, depot corticosteroids, and next-generation hyaluronic acid derivatives.

Conclusions

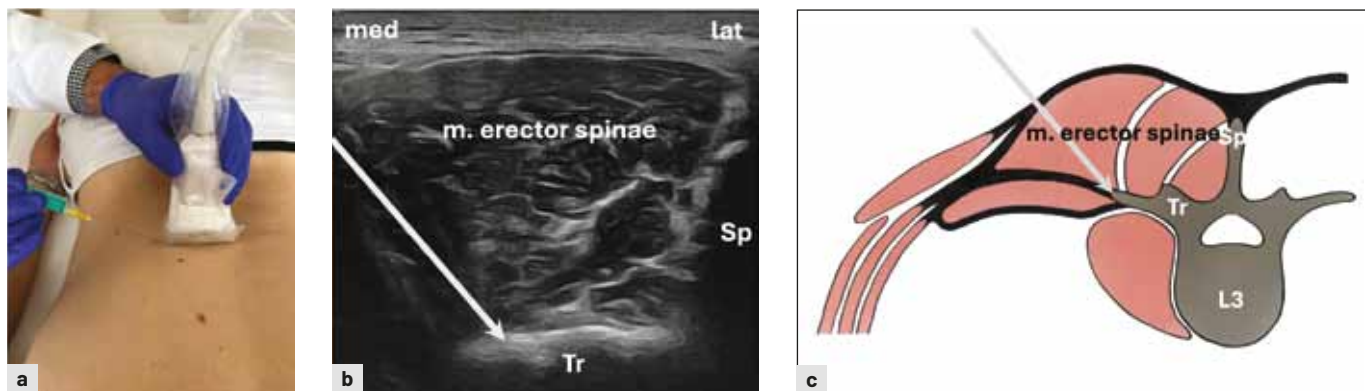
This study confirms the accuracy and feasibility of ultrasound-guided interventions targeting the thoracolumbar fascia.

Key words: spine, ultrasound-guided interventions, vertebrogenic pain syndrome, post spinal surgery syndrome, thoracolumbar fascia.

ÚVOD

Thorakolumbální fascie (TLF) je největší fascií lidského těla, kterou prochází řada nervových struktur. Pro pochopení mechanismu rozvoje chronických bolestí v thorakolumbální krajině jsou zásadní zadní větve míšních nervů, které prostupují

m. erector spinae a následně pronikají zadním listem TLF až do podkoží (12). V rámci této trajektorie vysílá nerv ještě mediální, laterální a intermediální větve k jednotlivým svalovým kompartmentům (19). TLF není pouze pasivním průchoodem pro nervové struktury, ale končí zde také řada volných nervových



Obr. 1. Intervence regionu středního listu thorakolumbální fascie; a – poloha sondy a pacienta při navigované injekci, b – sonogram, znázorňující in-plane injekci (šedá šipka) cílenou na dorzální plochu *processus transversus* třetího bederního obratle, c – schematické zobrazení anatomické situace při intervenci. *Processus transversus* (Tr), *processus spinosus* (Sp), tělo třetího bederního obratle (L3).

Fig. 1. Intervention into the middle layer of the thoracolumbar fascia; a – position of the probe and the patient during the ultrasound-guided injection, b – ultrasound scan showing the in-plane injection (grey arrow) targeting the dorsal level of the transverse process of the third lumbar vertebra, c – diagram of anatomy during the intervention. *Processus transversus* (Tr), *processus spinosus* (Sp), body of the third lumbar vertebra (L3).

zakoření, mechanoreceptorů a aferentních nervových vláken regulujících činnost místních složek pohybového aparátu (13). Komprese některé části z tohoto složitýho systému větvení míšního nervu při průchodu například patologicky změněnými tkáněmi hraje zásadní roli v rozvoji bolestivých syndromů zad (1). TLF má komplexní architekturu tvořenou třemi listy. Přední list TLF kryje *m. quadratus lumborum*. Střední list TLF vznikl vývojově z vazivového septa, které oddělovalo hypaxiální a epaxiální vrstvu svalů. Zadní list TLF je externě kontinuální s fascií *m. latissimus dorsi* a *m. serratus posterior inferior*, interně pak ohraničuje paravertebrální svaly. Zadní a střední vrstva TLF tvoří dohromady tzv. „paraspinalní retinakulární pouzdro“ (PRP), které ohraničuje tzv. „bederní interfasciální trojúhelník“. Ten funguje jako zásadní zesilovač energie zádoových svalů a v mechanickém pojetí jako převodník sil mezi trupem a dolními končetinami (21). Biologicky funguje PRP jako kombinace vrstev hustého a řídkého kolagenního vaziva, jehož jednotlivé vrstvy po sobě mohou za fyziologických podmínek volně klouzat (7). V případě zánětlivých změn různých etiologií, nebo v rámci poúrazových či pooperačních přestaveb dochází v rámci TLF k fibrotizaci a ztlustění jednotlivých těchto listů, což vede k poruchám jejich vzájemné posunlivosti a k rozvoji chronického bolestivého syndromu (11). Studie v těchto případech prokázaly kromě ztlustění také změnu ultrazvukové echogenity a celkovou strukturální desorganizaci pojiva (10). Ultrazvukem navigované intervence tohoto regionu, jako interfasciální plošné analgetické bloky, nebo fasciální hydrodisekce pak mohou přinést zásadní zlepšení efektivity terapie bolestivých syndromů zad jak ve smyslu analgezie, tak kauzální terapie myofasciálního bolestivého syndromu (22).

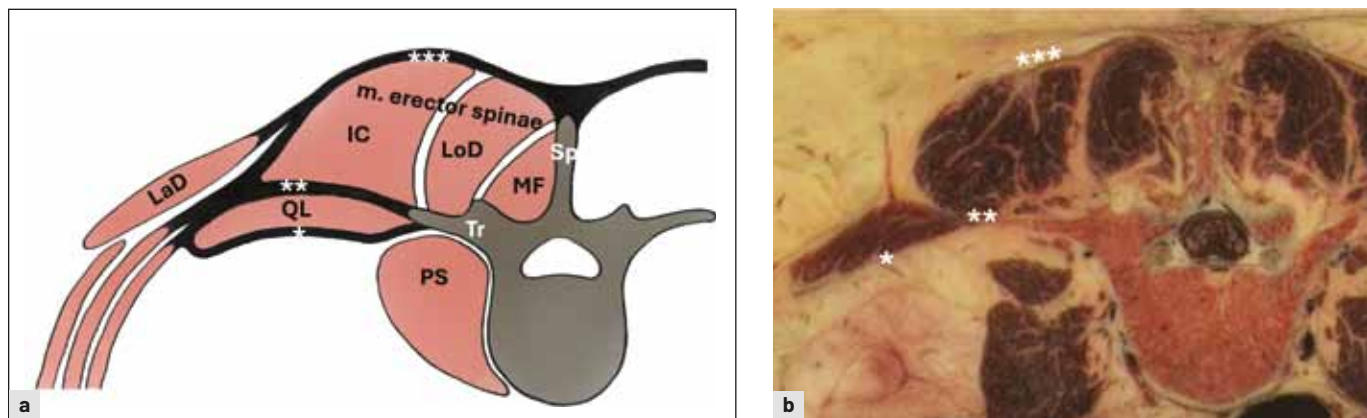
Cílem tohoto článku je definovat jasný metodický postup ultrazvukem navigované intervence PRP a v rámci anatomické studie popsat potenciál distribuce injikované tekutiny.

MATERIÁL A METODIKA

Pro anatomickou studii byl použit jeden kadáver ženy, fixovaný způsobem umožňujícím sonografické zobrazení – činidlem Fix for Life (F4L). Tato metoda byla již efektivně použita v předchozích studiích (14, 15). Informovaný souhlas použití těla pro vědecké a vzdělávací účely byl vyjádřen jeho dárce před úmrtím v rámci administrativy Anatomického ústavu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze. Schválení etické komise nebylo pro tuto studii vyžadováno. Manipulace s kadáverem a pitva byly provedeny anatomem autorského týmu.

Sonografická část experimentu byla provedena ultrazvukovým přístrojem (HS30, Samsung, Seoul, South Korea) s lineární sondou 3–16 MHz. Sonda byla standardním způsobem chráněna v gumovém návleku a byl použit čirý sonografický gel. Na kadáveru v pronační poloze byl nejprve sonograficky zobrazen *processus spinosus* třetího bederního obratle. Následně byl v příčné pozici sondy zobrazen transversální výběžek obratle, na který byla v in-plane režimu cílena jehla délky 70 mm a kalibru 0,9 mm (20 G) (obr. 1).

Poté co hrot jehly vstoupil do kontaktu se skeletem, byl nejprve aplikován pod kontrolou ultrazvuku objem 5 ml čisté vody k provedení iniciální hydrodisekce prostoru dorzálně nad středním listem TLF. Do tohoto prostoru bylo následně aplikováno 5 ml vodou ředěného červeného latexu. Následná anatomická pitva sledovala po vrstvách distribuci červeného latexu v cílové lokalitě a popsala jeho šíření jak v rozsahu PRP, tak ve vztahu k dalším anatomickým strukturám regionu (obr. 2).



Obr. 2. a – anatomické schéma zádočných svalů a jejich fascií v úrovni obratle L3, b – kadáverový transverzální řez v úrovni obratle L3; *mm. multifidii* (MF), *m. longissimus dorsi* (LoD), *m. iliocostalis* (IC), *m. latissimus dorsi* (LaD), *m. quadratus lumborum* (QL), *m. psoas major* (PS), *processus spinosus vertebrae* (Sp), *processus transversus vertebrae* (Tr), ventrální list thorakolumbální fascie (*), střední list thorakolumbální fascie (**), zadní list thorakolumbální fascie (***).

Fig. 2. a – anatomy of the back muscles and their fascia at the L3 vertebral level, b – cadaveric transverse section at the L3 vertebral level; *mm. multifidii* (MF), *m. longissimus dorsi* (LoD), *m. iliocostalis* (IC), *m. latissimus dorsi* (LaD), *m. quadratus lumborum* (QL), *m. psoas major* (PS), *processus spinosus vertebrae* (Sp), *processus transversus vertebrae* (Tr), anterior layer of thoracolumbar fascia (*), middle layer of thoracolumbar fascia (**), posterior layer of thoracolumbar fascia (***).

VÝSLEDKY

V rámci anatomické studie byla potvrzena preciznost ultrazvukem navigované intervence v oblasti středního listu TLF. Latexová barva se šířila bez jakékoliv nezamýšlené distribuce mimo dorzální plochu středního listu TLF (obr. 3) v rámci celého prostoru PRP od laterálního okraje až po *processus spinosus*. Kranio-kaudálně se latexová barva distribuovala v rozsahu 10 cm a obsáhla čtyři páteří segmenty (od druhého po pátý bederní obratel). Kontrastní látka dále zatekla také do sept mezi jednotlivé komponenty *m. erector spinae* (obr. 4).

Metodické doporučení pro klinickou aplikaci

V praxi je možné použít jak sondu lineární o frekvenci 3–12 MHz stejně jako v naší anatomické studii, tak sondu konvexní, která přináší díky lepší penetraci výhodu rozsáhlejšího zobrazení i u obézních, nebo mimořádně osvalených pacientů. Stejně jako například v krajině kyčelního kloubu vyžaduje úvodní nastavení přístroje vzhledem k větší zobrazované hloubce snížení frekvence sondy a přenastavení parametru hloubky a fokusace. V experimentu, stejně jako v naší praxi používáme pro většinu intervencí hlubších struktur standardní dlouhou žlutou jehlu v délce 70 mm a kalibru 0,9 mm (20 G).

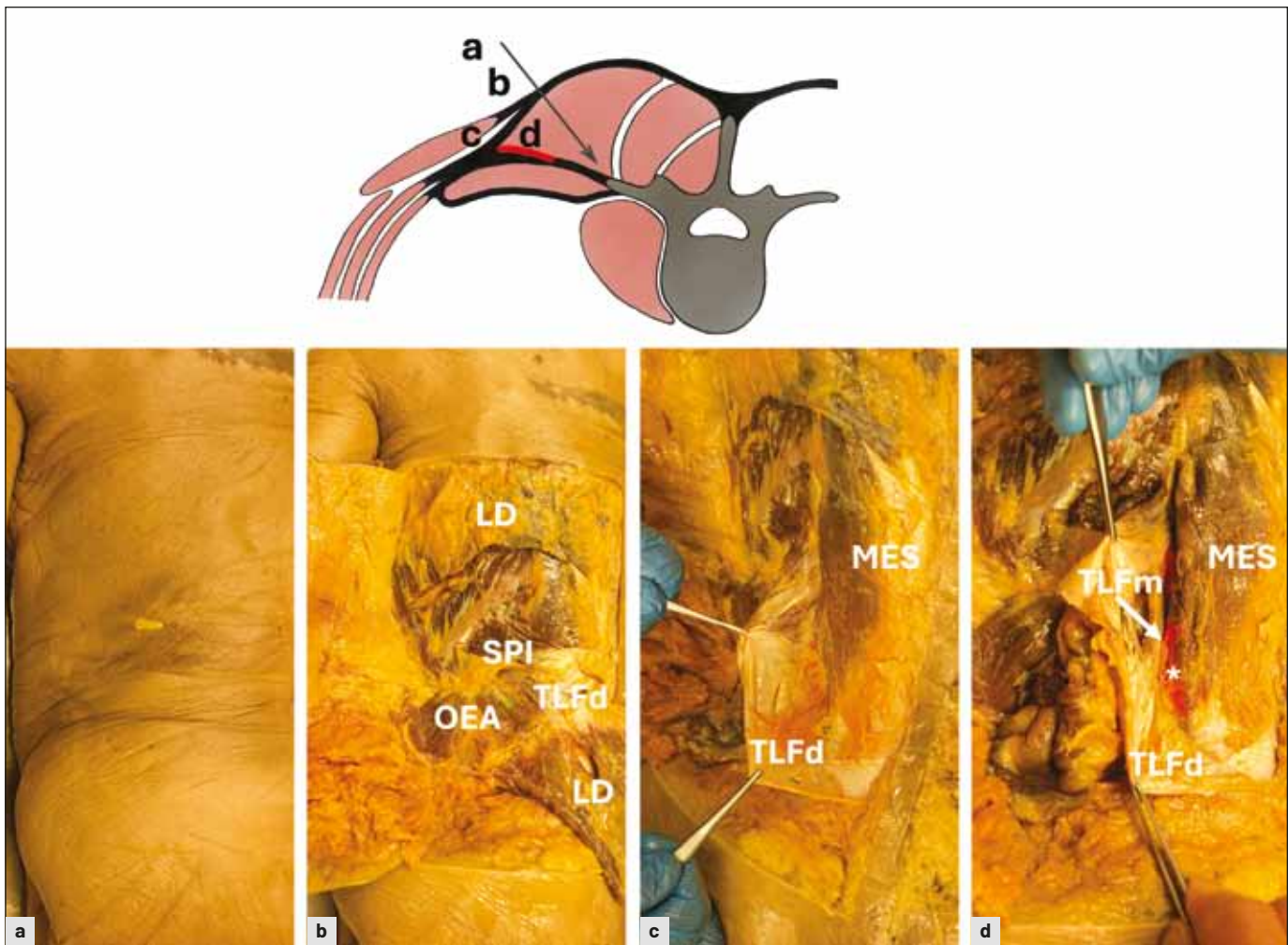
Pacient leží na břiše, sondu přikládáme v dlouhé ose těla pacienta nad spinózní výběžky bederních obratlů, které lze bez obtíží a v relativně v malé hloubce rozlišit a identifikujeme výběžek obratle, v jehož úrovni plánujeme provést intervenci. Pro přehlednost, dostupnost a vzhledem k námi prokázané široké distribuci léčiva v cílové lokalitě doporučujeme začít intervence v úrovni *processus spinosus* L3. Dále otáčíme sondu transverzálně a postupujeme laterálně, kdy sledujeme konturu skeletu a identifikujeme příčný výběžek stejného obratle pod

hmotnou *m. erector spinae*. Jehlu následně zavádíme in-planě podélně a šikmo pod sondu, s cílením na skeletální konturu dorzolaterálního okraje příčného výběžku. Po dosažení skeletu hrotem jehly aplikujeme nejprve přibližně 5 ml lokálního anestetika (například 1% trimecain-hydrochlorid) k separaci anatomických vrstev a provedení iniciální interfasciální hydrodissekcce. Tekutina by měla do prostoru postupovat volně, jestliže tomu tak není, můžeme o několik milimetrů posunout jehlu ventrodorzálně či lateromediálně. Po vytvoření tekutinového „leaku“ lokálním anestetikem na stejné jehle aplikujeme obvykle roztok 5 ml lokálního anestetika a 20 mg methylprednisolon-acetátu, nebo jiného depotního kortikoidu.

DISKUSE

Překládaná anatomická studie potvrdila přesnost sonograficky navigované intervence středního listu TLF a dále verifikovala překvapivě rozsáhlou multidirekcionální distribuci injektované kontrastní látky po fascii a mezi svalovými skupinami *m. erector spinae* při předchozí tekutinové hydrodissekcce cílového anatomického prostoru. Byl také popsán postup a metodika pro tento typ intervence, použitelné s minimálními riziky a vysokou efektivitou v běžné klinické praxi.

Doposud bylo prokázáno, že region TLF hraje zásadní roli v patogenezi nespecifických bolestivých syndromů zad. Právě TLF je řadou prací považována za zásadní zdroj pro vnímání a rozvoj bolesti tohoto regionu při velkém zastoupení nociceptorů a inervaci jak vlákny typu A, tak vlákny typu C (3). V rámci procesu patologických stavů TLF dochází k sonograficky verifikovatelnému ztlustění fascie a také ke zhoršení její dynamické vlastnosti, kterou je klouzavý pohyb podél struktury, které obklopuje (18). Fyzikálně byla patologická přestavba

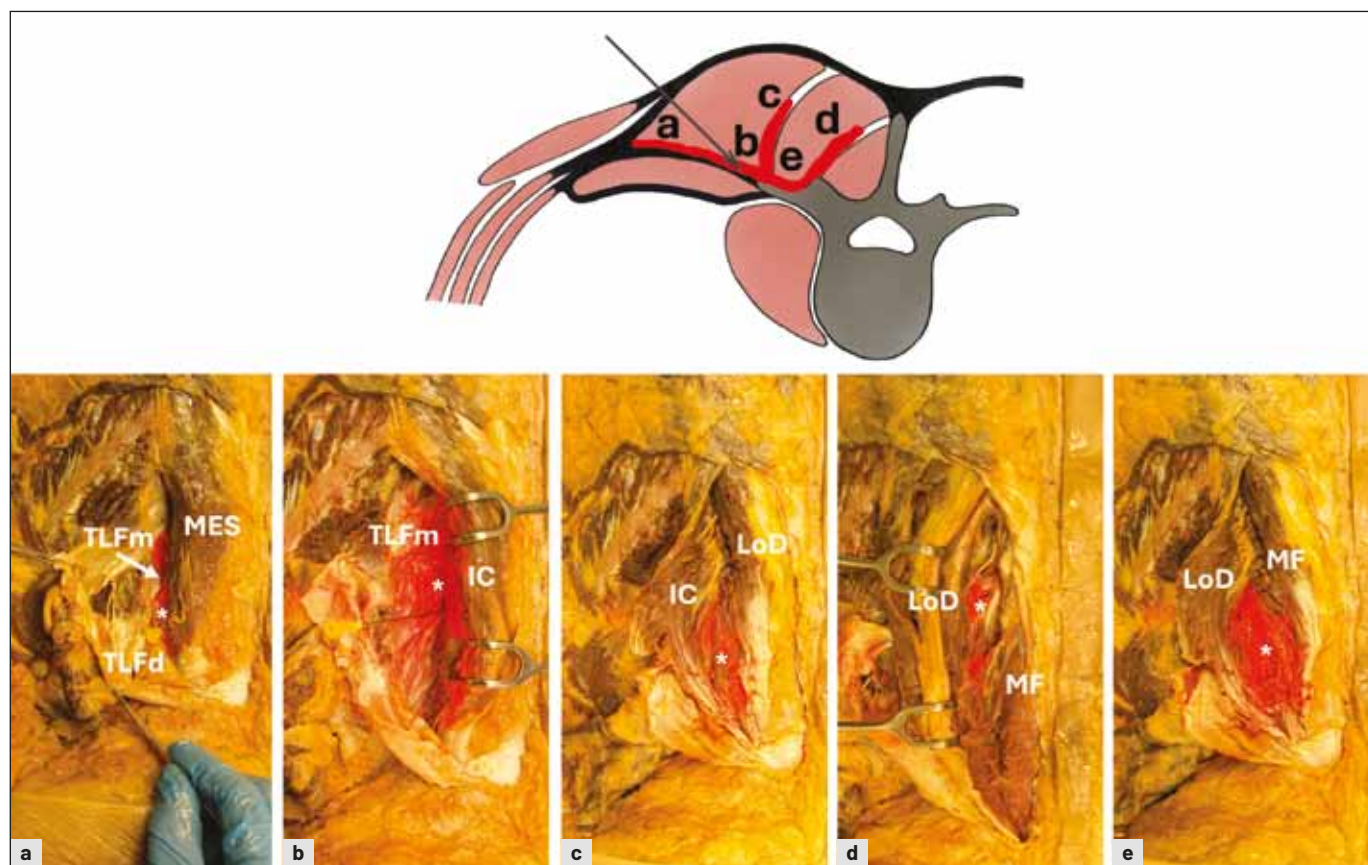


Obr. 3. Schéma, zobrazující postupnou preparaci vrstvami zádočných struktur sledující vpich jehly a začátek distribuce kontrastní látky – červeného latexu; a – povrchové zobrazení místa vpichu a latero-mediálního směřování jehly, cílené na *processus transversus* třetího bederního obratle, b – preparace kůže a podkoží, přetrnutý a kaudálně odklopený *m. latissimus dorsi* (LD), *m. serratus posterior inferior* (SPI), *m. obliquus externus abdominis* (OEA), zadní list thorakolumbální fascie (TLFd), c – odklopení TLFd s vizualizací *m. erector spinae* (MES) bez zatečení kontrastní látky mimo bod vpichu, d – preparace pod MES v kontinuu TLFd na začátek středního listu TLF (TLFm), kde je již patrná distribuce červeného latexu (značeno hvězdičkou).

Fig. 3. Diagram of the step-by-step dissection of the layers of the back structures showing the insertion of the needle and the distribution of the contrast agent – red latex; a – surface visualization of the insertion site and the latero-medial direction of the needle targeting the transverse process of the third lumbar vertebra, b – dissection of the skin and subcutaneous tissue, transected and caudally retracted *m. latissimus dorsi* (LD), *m. serratus posterior inferior* (SPI), *m. obliquus externus abdominis* (OEA), dorsal layer of thoracolumbar fascia (TLFd), c – retraction of TLFd and visualization of *m. erector spinae* (MES) with no leakage of the contrast agent outside the injection site, d – dissection under MES in the TLFd continuum to the middle layer of TLF (TLFm), where the distribution of red latex is already visible (marked with an asterisk).

TLF kvantifikována snížením smykové deformovatelnosti TLF (20). Samotné ztlustění fascie se všemi následnými konsekvencemi je zapříčiněno zejména fibrotizací a zvýšením denzity hustého neuspořádaného kolagenního vaziva TLF (4). Vazivová komponenta TLF je obklopena extracelulární matrix s vysokým obsahem hyaluronanů. Akutní a chronické zánětlivé změny v TLF obsah a kvalitu hyaluronanů dále mění, a tím způsobují další progresi patogeneze její disfunkce (16). Za poškozením TLF mohou stát kromě zánětů i operace páteře

či konzervativně, nebo perkutánními metodami léčené osteoporotické zlomeniny obratlů. Právě současné poškození TLF hraje pravděpodobně zásadní roli v rozvoji a přetrvávání následných syndromů s bolestmi zad (8). Bylo prokázáno, že patologie TLF mohou být modifikovány a až na úrovni denzity a tloušťky fascie léčeny jak rehabilitačními metodami, jako je například myofasciální manipulace (2), či perkusivní masáže (24), tak cílenou intervencí, jako je například ultrazvukem navigovaná instilace lokálního anestetika pod kontrolou



Obr. 4. Schéma, zobrazující postupnou preparaci distribuce kontrastní látky po dorzální ploše ventrálního listu bederního interfasciálního trojúhelníku strukturami *m. erector spinae*; a – odpreparování zadního listu thorakolumbální fascie (TLFd). Pod *m. erector spinae* (MES) se začátkem středního listu thorakolumbální fascie (TLFm) patrná přítomnost kontrastní látky (hvězdička), b – distribuce kontrastní látky rovnoměrně po dorzálním listu TLFm pod *m. illocostalis* (IC), c – distribuce kontrastní látky do septa mezi IC a *m. longissimus dorsi* (LoD), d – distribuce kontrastní látky do septa mezi LoD a *mm. multifidi* (MF), e – kolekce kontrastní látky v místě zacílení hrotu jehly, tedy při dorzální hraně *processus transversus*.

Fig. 4. Diagram of the step-by-step dissection of the contrast agent distribution along the dorsal surface of the ventral layer of the lumbar interfacial triangle through the erector spinae muscle structures; a – dissection of the dorsal layer of thoracolumbar fascia (TLFd). Under *m. erector spinae* (MES) in the middle layer of thoracolumbar fascia (TLFm), the presence of contrast medium (asterisk) is visible, b – distribution of contrast medium evenly across the dorsal layer of TLFm under *m. illocostalis* (IC), c – distribution of contrast medium into the septum between IC *m. longissimus dorsi* (LoD), d – distribution of contrast medium into the septum between LoD and *mm. multifidi* (MF), e – collection of contrast medium at the target point of the needle tip, i.e., at the dorsal edge of the transverse process.

ultrazvuku (13). Signifikantní snížení bolesti po aplikaci lokálního anestetika a 40 mg methylprednisonu k TLF bylo u pacientů zaznamenáno až na období 6 měsíců (17). Velmi slibné výsledky přináší intervence TLF také v léčbě chronických bolestí zad a radikulopatií a je svou efektivitou srovnatelná s transforaminálními injekcemi (5). Shodná a anesteziologie používaná metoda „Erector spinae plane block“ dosahuje vynikajících výsledků v pooperační anestezii jak spondylochirurgických, tak abdominálních operací s minimem referovaných komplikací (9). U spondylochirurgických intervencí je tato analgetická metoda, navigovaná při intervenci ultrazvukem, více efektivní až po 12 týdnů, než jiné konzervativní metody léčby bolesti (13). Riziko komplikací bylo dle studií kvantifikováno na méně než 2 případy z 10 000 aplikací (6).

ZÁVĚR

Terapeutické ovlivnění TLF má vzhledem k četnosti bolestivých syndromů páteře relevantní potenciál využitelnosti v běžné klinické praxi. Patogeneze nocicepce tohoto regionu byla doposud podrobně prozkoumána a v návaznosti na to byly vypracovány postupy k její léčbě. Doposud běžně používaná lokální anestetika v kombinaci s kortikosteroidy přinášejí až 6měsíční efekt. Slibné výsledky přináší také použití moderních léků na bázi hyaluronové kyseliny. S použitím ultrazvukové navigace jsou tyto intervence relativně snadné, efektivní, bezpečné, a tím pádem dobře využitelné i v ambulantní sféře ortopedie a rehabilitace. Vzhledem k etiologické pestrosti vertebrogenních bolestí může výkon popsáný v této práci přinést výsledky u vybrané skupiny pacientů, zpravidla jako doplněk multidisciplinárního přístupu. ■

Literatura

- Blasi M, Blasi J, Domingo T, Pérez-Bellmunt A, Miguel-Pérez M. Anatomical and histological study of human deep fascia development. *Surg Radiol Anat.* 2015;37:571–578. doi: 10.1007/s00276-014-1396-1. Epub 2014 Nov 27.
- Brandl A, Egner C, Schleip R. Immediate Effects of myofascial release on the thoracolumbar fascia and osteopathic treatment for acute low back pain on spine shape parameters: a randomized, placebo-controlled trial. *Life (Basel).* 2021;11:845. doi: 10.3390/life11080845.
- Brandl A, Wilke J, Egner C, Schmidt T, Schilder A, Schleip R. Pain quality patterns in delayed onset muscle soreness of the lower back suggest sensitization of fascia rather than muscle afferents: a secondary analysis study. *Pflugers Arch.* 2024;476:395–405. doi: 10.1007/s00424-023-02896-8.
- Casato G, Stecco C, Busin R. Role of fascia in nonspecific low back pain. *Eur J Transl Myol.* 2019;29:8330. doi: 10.4081/ejtm.2019.8330.
- Celik M, Tulgar S, Ahiskalioglu A, Alper F. Is high volume lumbar erector spinae plane block an alternative to transforaminal epidural injection? Evaluation with MRI. *Reg Anesth Pain Med.* 2019:rapm-2019-100514. doi: 10.1136/rapm-2019-100514.
- De Cassai A, Geraldini F, Carere A, Sergi M, Munari M. Complications rate estimation after thoracic erector spinae plane block. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2021;35:3142–3143. doi: 10.1053/j.jvca.2021.02.043.
- De Coninck K, Hambly K, Dickinson JW, Passfield L. Measuring the morphological characteristics of thoracolumbar fascia in ultrasound images: an interrater reliability study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19:180. doi: 10.1186/s12891-018-2088-5.
- Deng Z, Feng T, Wu X, Xie H, Song D, Wang J, Yang H, Niu J. Thoracolumbar fascia injury in osteoporotic vertebral fracture: the important concomitant damage. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023;24:166. doi: 10.1186/s12891-023-06280-6.
- Kendall MC, Alves L, Traill LL, De Oliveira GS. The effect of ultrasound-guided erector spinae plane block on postsurgical pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol.* 2020;20:99. doi: 10.1186/s12871-020-01016-8.
- Klingler W, Velders M, Hoppe K, Pedro M, Schleip R. Clinical relevance of fascial tissue and dysfunctions. *Curr Pain Headache Rep.* 2014;18:439. doi: 10.1007/s11916-014-0439-y.
- Langevin HM, Sherman KJ. Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms. *Med Hypotheses.* 2007;68:74–80. doi: 10.1016/j.mehy.2006.06.033. Epub 2006 Aug 21.
- Li Y, Yue J, Huang M, Lin J, Huang C, Chen J, Wu Y, Wang X. Risk factors for postoperative residual back pain after percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Eur Spine J.* 2020;29:2568–2575. doi: 10.1007/s00586-020-06493-6. Epub 2020 Jun 7.
- Lv Y, Wu J, Xu Y, Pu S, Li C, Du D. A novel approach to ultrasound-guided L3–4 thoracolumbar fascia injection for chronic pain after spine surgery: a prospective pilot study. *BMC Anesthesiol.* 2025;25:243. doi: 10.1186/s12871-025-03046-6.
- Mezian K, Ricci V, Mittal N, Novotný T, Chang KV, Özçakar L, Naňka O. Ultrasound-guided injection of the hip: cadaveric description for the lateral approach. *PM R.* 2023;15:1150–1155. doi: 10.1002/pmrj.12932. Epub 2023 Mar 18.
- Mezian K, Ricci V, Chang KV, Mittal N, Vacek J, Naňka O, Özçakar L. Ultrasound-guided injections for the retrotrochanteric region: a cadaveric investigation. *PM R.* 2025;17:1191–1198. doi: 10.1002/pmrj.13381. Epub 2025 May 12.
- Nešporová K, Matonohová J, Husby J, Toropitsyn E, Stupecká LD, Husby A, Suchánková Kleplová T, Středanská A, Šimek M, Nečas D, Vrbka M, Schleip R, Velebný V. Injecting hyaluronan in the thoracolumbar fascia: a model study. *Int J Biol Macromol.* 2023;253(Pt 3):126879. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2023.126879. Epub 2023 Sep 12.
- Ökmen BM, Ökmen K. Effectiveness of the ultrasound-guided interfascial injection applied in addition to physical therapy applications in chronic low back pain: a quasi-experimental study. *Eurasian J Med.* 2024;56:56–60. doi: 10.5152/eurasianjmed.2024.23286.
- Pirri C, Pirri N, Guidolin D, Macchi V, Porzionato A, De Caro R, Stecco C. Ultrasound imaging of thoracolumbar fascia thickness: chronic non-specific lower back pain versus healthy subjects; a sign of a „Frozen Back”? *Diagnostics (Basel).* 2023;13:1436. doi: 10.3390/diagnostics13081436.
- Steinke H, Saito T, Miyaki T, Oi Y, Itoh M, Spanel-Borowski K. Anatomy of the human thoracolumbar Rami dorsales nervi spinalis. *Ann Anat.* 2009;191:408–416. doi: 10.1016/j.aanat.2009.04.002. Epub 2009 May 23.
- Vining R, Onifer SM, Twist E, Ziegler AM, Corber L, Long CR. Thoracolumbar fascia mobility and chronic low back pain: Phase 2 of a pilot and feasibility study including multimodal chiropractic care. *Chiropr Man Therap.* 2022;30:46. doi: 10.1186/s12998-022-00455-z.
- Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, Danneels L, Schleip R. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *J Anat.* 2012;221:507–536. doi: 10.1111/j.1469-7580.2012.01511.x. Epub 2012 May 27.
- Wu WT, Chang KV, Mezian K, Ricci V, Özçakar L. Integrating ultrasound-guided injections and peripheral magnetic stimulation in chronic myofascial/lumbar pain. *Life (Basel).* 2025;15:563. doi: 10.3390/life15040563.
- Yan Y, Xu R, Zou T. Is thoracolumbar fascia injury the cause of residual back pain after percutaneous vertebroplasty? A prospective cohort study. *Osteoporos Int.* 2015;26:1119–1124. doi: 10.1007/s00198-014-2972-2. Epub 2014 Dec 16.
- Yang C, Huang X, Li Y, Sucharit W, Sirasaporn P, Eungpinichpong W. Acute effects of percussive massage therapy on thoracolumbar fascia thickness and ultrasound echo intensity in healthy male individuals: a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20:1073. doi: 10.3390/ijerph20021073.