

původní práce

CT navigovaná lokalizace pulmonálních nodulů před videoasistovanou torakoskopií

CT navigated localization of the pulmonal nodules before videoassisted thoracoscopy

David Škvára¹, Lenka Hořejší¹, Lucie Sochorová², Laura Sucharovová¹, Filip Cihlář¹

¹Radiologická klinika FZS UJEP a Krajská zdravotní a.s. – Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

²Oddělení hrudní chirurgie, Krajská zdravotní a.s. – Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.

Hlavní stanovisko práce

Cílem práce je retrospektivní zhodnocení přínosu předoperační lokalizace plicních nodulů pomocí plicního markeru Somatex.

SOUHRN

Škvára D, Hořejší L, Sochorová L, Sucharovová L, Cihlář F. CT navigovaná lokalizace pulmonálních nodulů před videoasistovanou torakoskopií

Cíl: Zhodnocení souboru pacientů s předoperační lokalizací plicních nodulů pomocí plicního markeru Somatex.

Metodika: V období od března 2019 do února 2022 jsme pomocí CT navigace zavedli lokalizační spirálky systému Somatex u 17 po sobě jdoucích pacientů. Retrospektivně jsme hodnotili technickou úspěšnost zavedení, stabilitu lokalizační spirálky a komplikace CT navigace. Zaznamenali jsme délku výkonu na CT, čas od označení ložiska k chirurgickému výkonu a hodnotili jsme klinickou úspěšnost danou počtem konverzí operačního výkonu.

Výsledky: Ve sledovaném období byla zavedena lokalizační spirálka systému Somatex u 17 pacientů. Technická úspěšnost zavedení spirálky k ložisku byla 100%. U 16 (94 %) pacientů bylo označení ložiska stabilní, jedenkrát došlo k dislokaci markeru z plicního parenchymu během operace. Nedošlo k závažným komplikacím souvisejícím s lokalizačním výkonem. Během kontrolního CT po zavedení markeru byl detekován asymptomatický pneumothorax bez nutnosti zavedení hrudního drénu u 13 pacientů (76 %), ve třech případech (18 %) se vyskytlo nevýznamné krvácení v plicním parenchymu. Peroperačně byl zjištěn klinicky nevýznamný hemothorax u jednoho pacienta (6 %). Doba výkonu na CT pracovišti byla 8–20 minut, s průměrem 13 minut. Doba od označení léze do operačního výkonu byla 44–380 minut, s průměrem 172 minut. V našem

Major statement

The aim of the article is a retrospective evaluation of the benefit preoperative localization of pulmonary nodules using the Somatex lung marker.

SUMMARY

Škvára D, Hořejší L, Sochorová L, Sucharovová L, Cihlář F. CT navigated localization of the pulmonal nodules before videoassisted thoracoscopy

Aim: Our aim is to evaluate a cohort of patients who had undergone preoperative localisation of lung nodules with the lung marking system Somatex.

Methods: From March 2019 to February 2022 we positioned localisation spirals Somatex in 17 consecutive patients by means of CT navigation. We retrospectively evaluated the technical success, the spiral marker stability and complications of CT navigation. We recorded time between the end of the procedure and the operation, and we evaluated the clinical success expressed with the number of conversion of the operation procedure.

Results: In time of the study the lung localisation marker Somatex was introduced in 17 patients. The technical success was 100%. In 16 (94%) patients was the localisation stable. There was the one case of perioperative dislodgement of the marker. There weren't any serious complications of the procedure. At control CT we detected asymptomatic pneumothorax without the need for drainage of the pleural space at 13 patients (76%), in three cases (18%) insignificant parenchymal bleeding occurred. Clinically insignificant hemothorax was found in one patient (6%). The procedure duration in the CT room was 8–20 minutes with the mean time interval 13 minutes. The time between marking and the operation procedure was 44–380 minutes with the mean interval of 172 minute. There was no

Přijato: 5. 4. 2022

Korespondenční adresa:

MUDr. David Škvára
Radiologická klinika Fakulty zdravotnických studií UJEP a Krajská zdravotní a.s. –
Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.
Sociální péče 3316/12a, 401 13 Ústí nad Labem
e-mail: david.skvara@kzcr.eu

Konflikt zájmů: žádný.

souboru nebylo nutné ani v jednom případě konvertovat videoasistovanou torakotomii na výkon otevřený.

Závěr: CT navigovaná lokalizace plicních nodulů spirálním markerem Somatex je spolehlivou, rychlou a bezpečnou metodou pro navigaci videotorakoskopické resekce malých plicních nodulů.

Klíčová slova: plicní uzel, videotoroskopie, počítačová tomografie, lokalizace.

conversion of the videoassisted thoracotomy to the open thoracoscopic operation.

Conclusion: CT navigated localisation of lung nodules with spiral marker Somatex is reliable, quick and safe method for navigation of the thoracoscopic resection of small lung nodules.

Key words: lung nodule, videothoracoscopy, computed tomography, localization.

ÚVOD

Vývoj chirurgie hrudníku, onkologie a screeningových programů bronchogenního karcinomu vedl k rozšíření indikací pro resekci plicních nodulů. Po zavedení screeningu karcinomu plic pomocí nízkodávkové počítačové tomografie (CT) v České republice lze předpokládat další zvýšení požadavků na předoperační lokalizaci plicních nodulů. Incidentální plicní noduly jsou nalezeny na 0,1–0,2 % prostých snímků a při 13 % CT hrudníku mimo screeningový program. V rizikové populaci kuřáků toto číslo stoupá na 9 % na prostých snímcích a 33 % při nízkodávkovém CT. Většina nodulů je benigních, maligní noduly se vyskytují v 1–12 %. Pětileté přežití pacientů s bronchogenním karcinomem klesá z 82 % při stadiu IA na 6 % u stadia IV (1).

V devadesátých letech 20. století byly zavedeny metody videoasistované chirurgie (VATS) a následně i roboticky asistované chirurgie. VATS umožňuje minimálně invazivní operace hrudníku se zkrácením hospitalizace a omezením komplikací spojených s výkonem. Její nevýhodou je absence přímé palpce drobných solidních nodulů či ground glass opacit. Instrumentální palpce je často při lokalizaci těchto patologií nedostatečná a může vést ke konverzi na otevřenou torakotomii případně dokonce k selhání resekce ložisek. Malé ložisko, které operátor není schopen identifikovat, je nejčastější příčinou konverze VATS na otevřenou torakotomii. K takovému selhání dojde až v 63 %, pokud není ložisko předoperačně označeno, je menší než 10 mm a v hloubce větší než 5 mm pod pleurou (2). Již od počátku zavádění VATS se rozvíjely různé metody lokalizace těchto lézí, především pomocí CT, ale i ultrasonografie a bronchoskopie (3, 4). CT

navigované metody používají různé typy materiálů pro označení ložisek. Nejčastěji jsou využívány různé kovové markery, které byly často vyvinuty pro jiné oblasti medicíny (např. pro lokalizaci ložisek v prsu).

Ideální metoda by měla být lehce proveditelná, spolehlivá a bezpečná s malým rizikem komplikací. Vzhledem k množství technik pro označení nehmotných lézí v plicním parenchymu je jasné, že dokonalá metoda v tuto chvíli neexistuje. Volba metody často závisí na lokálních podmínkách a zkušenostech radiologů, hrudních chirurgů a pneumologů. Cílem práce je retrospektivní zhodnocení přínosu předoperační lokalizace plicních nodulů pomocí plicního markeru Somatex.

METODIKA

Z retrospektivně získané databáze jsme hodnotili nálezy v období od března 2019 do února 2022. CT lokalizace plicního nodulu před VATS byla provedena u 17 po sobě jdoucích pacientů ve věkovém rozmezí 51–80 let, v souboru bylo devět žen a osm mužů. Retrospektivně jsme zhodnotili klinická data, technické detaily, komplikace spojené s CT navigací, operační a patologické nálezy. Předoperační CT lokalizaci jsme prováděli pomocí plicního markeru firmy Somatex (Somatex, Berlin, Germany). Lokalizační systém se skládá z punkční jehly s mandrémem a zavaděcí kanyly, ve které je lokalizační drát se spirálkou vyrobenou z nitinolu (obr. 1) Punkční jehla má délku 120 a 150 mm a průměr 18 G (1,20 mm). Rozvinutá spirálka na konci drátku má průměr 8 mm (± 1) a výšku 6 mm (± 1).

Lokalizační výkony provádíme na spirálním CT přístroji Ingenuity Core 128 s CT skiaskopií (Philips, Eindhoven,

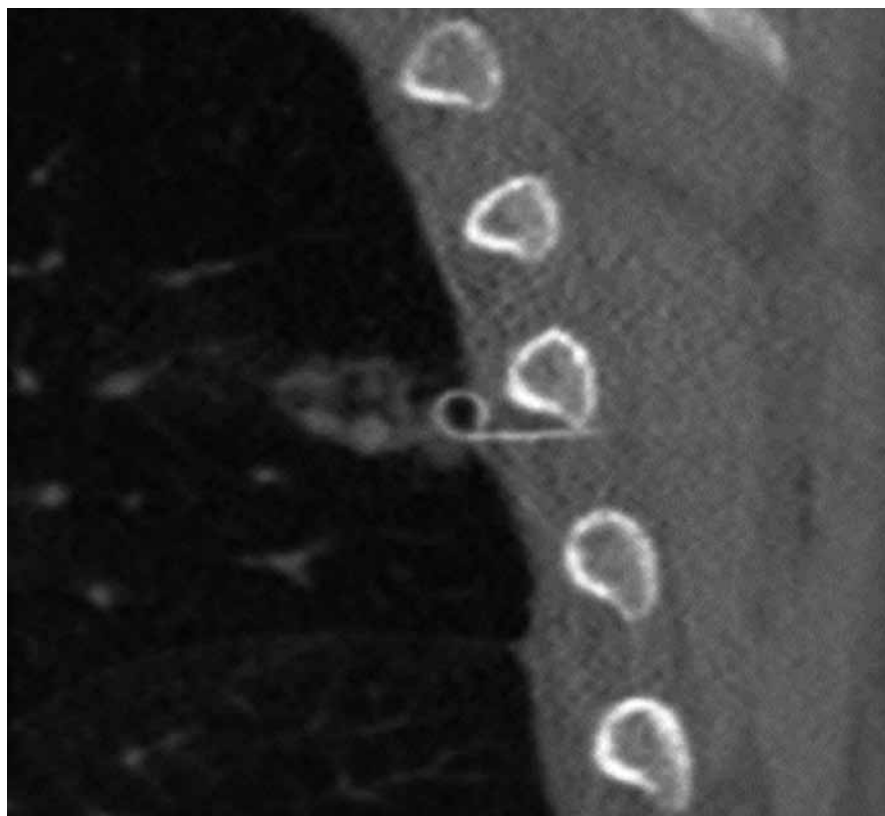


1 Systém Somatex: punkční jehla s mandrénem, zaváděcí kanyla s lokalizační spirálkou

Somatex systém: puncture needle with stylet, loading cannula with spiral wire

Nizozemí). Výkon je prováděn v lokální anestezii (Mesocain, Zentiva, Praha, ČR). Pacient je polohován s cílem zvolit co nejkratší a nejpřímější interkostální cestu lokalizační jehly k nodulu, optimálně kolmo k pleurálnímu povrchu. Je nutné se vyhnout tangenciálním a transinterlobárním přístupům, protože chirurg odstraňuje část plic s lézí i se zavedeným drátkem. Je nutné respektovat anatomické poměry a zohlednit uložení torakoskopických portů, které jsou většinou zaváděny z axilární čáry ve 4. až 6. mezižebří. Přístup lokalizační jehly k ložisku může být komplikován kostními strukturami, zejména lopatkou. Při komplikovanějším přístupu konzultujeme způsob zavedení spirálky s hrudním chirurgem.

Při výkonu nejdříve provedeme spirální CT v expiriu v rozsahu ložiska a jeho okolí. Pro přesné odměření místa vpichu lokalizační jehly používáme kovový marker na kůži. Za sterilních kautel a po místním znecitlivění hrudní stěny 10 ml Mesocainu zavedeme pod přímou kontrolou CT skiaskopie jehlu lokalizačního setu proximálně od ložiska, vyjmeme mandrén, zasuneme do jehly zaváděč s lokalizačním drátem a vysuneme spirálku do plicního parenchymu. V případě, že umístění spirálky není ideální, je možná repozice do zaváděče a úprava polohy. Poté vyjmeme pevné části systému a ponecháme pouze lokalizační drát se spirálkou plicí. Část drátu vyčnívající na povrch těla stočíme do spirály, překryjeme sterilním čtvercem gázy a fixujeme k hrudní stěně.



2 Muž, 56 let, přijat k operaci neverifikovaného ložiska horního laloku levé plic. Histologie adenokarcinom bronchioloalveolárního typu. Spirálka lokalizačního drátku je uložena částečně v hrudní stěně. Peroperačně došlo k dislokaci markeru do pleurální dutiny bez nutnosti konverze VATS na otevřený výkon.

Man, 56 year old, operated for the nodule of unknown histology in the left lung. Spiral of the marker is partially placed in the thoracic wall. There was peroperative dislodgement of the marker to the pleural place without necessity of open surgical procedure.

Pacient je následně převezen na operační sál. Po napolohování pacienta je odstraněn konec drátku vyčnívající z těla. Operační výkon je prováděn v celkové anestezii, dýchací cesty jsou zajištěny dvojcestnou endotracheální kanylou, což umožňuje kolaps operované plic během výkonu. Standardně jsou zavedeny jeden až dva pracovní porty, dle lokalizace ložiska, nejčastěji ve 4. až 6. mezižebří v přední axilární čáře. Po zavedení optiky je prohlédnuta hrudní dutina a nalezen lokalizační drátek, který je následně vtažen do hrudníku. Samotná resekce je nejčastěji prováděna pomocí endostapleru. Při podezření na primárně plicní karcinom je k verifikaci ložiska doplněno peroperační histologické vyšetření. Pokud je primárně plicní karcinom potvrzen, je pokračováno doplněním příslušné anatomické resekce. Po zákroku je pacient krátkodobě observován na JIP.

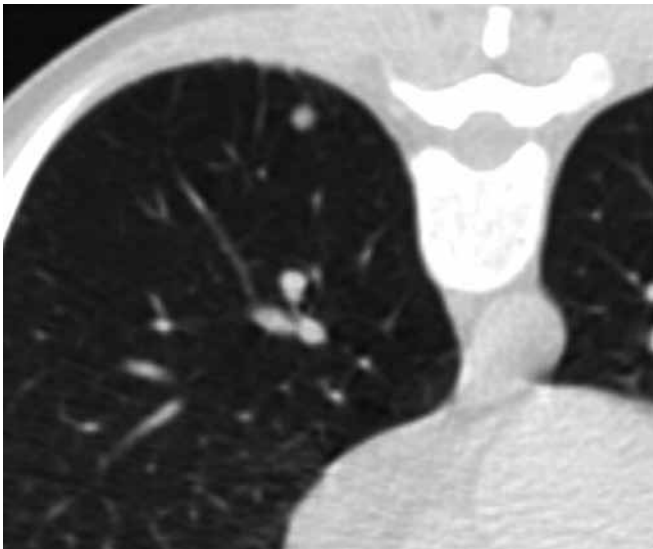
Kontraindikací lokalizačního výkonu je nespolupráce pacienta, nekorigovatelná porucha srážlivosti krve nebo léze

nepřístupná pro zavedení lokalizačního markeru. Výběr vhodných pacientů probíhá v rámci indikačních seminářů, kterých se účastní radiolog, pneumolog, hrudní chirurg a onkolog. Všem pacientům je vysvětlen princip a předpokládaný přínos výkonu verifikovaný podpisem informovaného souhlasu.

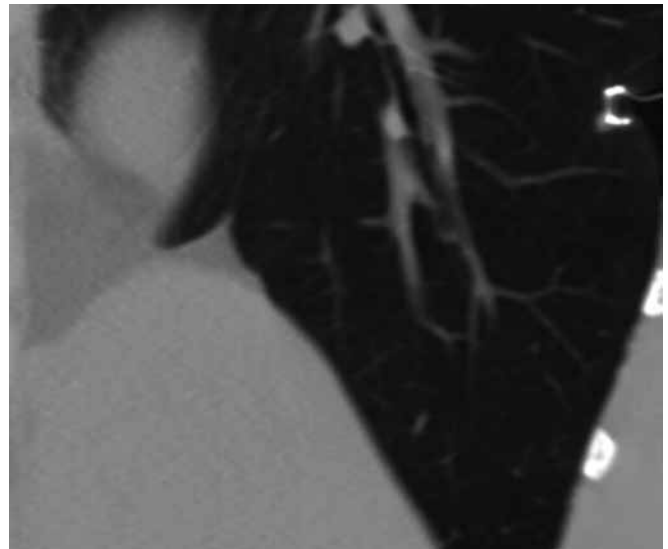
VÝSLEDKY

Do našeho souboru bylo zařazeno 17 pacientů, z toho osm mužů (47 %) a devět žen (53 %). Průměrný věk pacientů byl 64 let s rozmezím 51–80 let. Velikost ložisek se pohybovala mezi 5–17 mm, s průměrem 10 mm. Ložisek menších než 10 mm bylo jedenáct (65 %). Jejich vzdálenost od pleury byla v rozmezí 0–33 mm, průměrně 9 mm. Doba výkonu na CT pracovišti byla 8–20 minut, s průměrem 13 minut (tab. 1). U 13 pacientů (76 %) byly zvolena poloha vleže na břiše, u dvou (12 %) vleže na zádech a u dvou (12 %) na boku. Technická

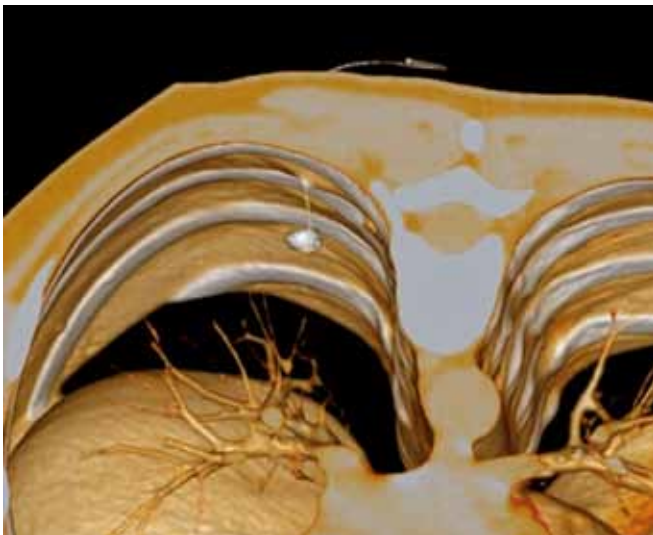
3a



3b



3c



3 (a) Žena 51 let, dermatofibrosarkom v anamnéze; přijata k resekci ložiska v dolním laloku pravé plic

(a) 51 year old woman with a history of fibrosarcoma; admitted for operation of the lung nodule in lower lobe of the right lung

(b) Spirálka lokalizačního drátku zavedená těsně k ložisku. Přestože je značená léze subpleurálně, nedošlo k dislokaci markeru.

(b) The spiral marker of the localisation wire placed next to the nodule. Even though the nodule was placed near pleura dislodgement of the marker didn't happen.

(c) Rekonstrukce zavedeného markeru, mimo tělo patrný závěšovací drát

(c) Reconstruction of the marker placed in the lung. The wire of the marker is visible outside of the body

úspěšnost zavedení spirálky k ložisku byla 100%. U 16 (94 %) pacientů bylo označení ložiska stabilní.

Nedošlo k závažným komplikacím souvisejícím s lokalizačním výkonem.

Během kontrolního CT po zavedení markeru byl detekován asymptomatický pneumothorax bez nutnosti drenáže u 13 pacientů (76 %), ve třech případech (18 %) se vyskytlo nevýznamné

krvácení v plicním parenchymu. Tyto komplikace nevyžadovaly další léčbu. V našem souboru jsme nepozorovali hemoptýzu. Peroperačně byl zjištěn klinicky nevýznamný hemothorax u jednoho pacienta (6 %). Jedenkrát došlo k dislokaci markeru z plicního parenchymu u prvního pacienta s těsně subpleurálně uloženým ložiskem (obr. 2). Během uložení jsme neodhadli správně stupeň uvolnění spirálky, která zůstala zčásti fixována v hrudní stěně a při operaci se dislokovala z plicního parenchymu. V tomto případě byl hrudní chirurg schopen lokalizovat ložisko vzhledem k perifernímu uložení ložiska a peroperačně patrnému místu zavedení spirálky. Po klínovité resekci peroperační histologie určila lézi jako bronchioloalveolární karcinom a výkon byl rozšířen na levou horní lobektomii (tab. 2).

Tab. 1. Charakteristika pacientů a radiologických nálezů
Table 1. Characteristics of patients and radiographic findings

	MNUL	Torre et al.	Patella et al.
Počet pacientů, n	17	13	103
Muži, n (%)	8 (47)	7 (53)	66 (64)
Průměrný věk (let)	64	68	65
Velikost ložiska (mm)	10	7	11
Ložiska do 10 mm, n (%)	11 (65)	12 (92)	
Vzdálenost od pleury (mm)	9	18,5	34
Vzdálenost od pleury větší než 5 mm, n (%)	11 (65)	7 (54)	
Charakter ložisek			
solidní, n (%)	14 (82)		80 (78)
semisolidní, n (%)	2 (12)		22 (21)
kavitované, n (%)	1 (6)		0

Tab. 2. Komplikace spojené s CT lokalizací (*parciální dislokace)

Table 2. Complications connected with CT localisation (*partial dislocation)

	MNUL	Torre et al.	Patella et al.
Typ komplikace	n (%)	n (%)	n (%)
Pneumothorax	13 (76)	–	5 (4,9)
asymptomatický	13		5
symptomatický	0		0
Parenchymové krvácení	3 (18)		19 (18,6)
Hemothorax	1 (6)	–	0
Hemoptýza	0	–	0
Dislokace markeru	1 (6)	3 (2,9)*	
Absence ložiska v resekátu	0	0	0

Tab. 3. Histologické nálezy u plicních nodulů

Table 3. Histologic findings of lung nodules

	MNUL	Torre et al.	Patella et al.
Histologický nálezh	n (%)	n (%)	n (%)
Maligní léze	11 (65)	8 (65)	78 (77)
Primární tumor plic	6 (35)	4	15 (31)
Adenokarcinom	5	3	
Spinocelulární karcinom	1		
Metastáza	4 (24)		33 (69)
Benigní léze	6 (35)	5	24 (24)
Granulom	4		
Hamartom	2		

VATS proběhla ve stejný den v časovém rozmezí do 44–380 minut, s průměrem 172 minut. Pouze u jedné pacientky z organizačních důvodů následovala VATS až po 24 hodinách po CT lokalizaci, bez uvolnění plicního markeru nebo jiných komplikací. V souboru pacientů nebylo nutné ani v jednom případě konvertovat VATS na otevřený výkon. Bylo provedeno 14 klínovitých resekcí a tři lobektomie. U dvou pacientů, kteří podstoupili lobektomii, patolog peroperačně prokázal bronchogenní karcinom. V jednom případě byl maligní vzhled ložiska důvodem pro lobektomii i bez peroperační histologie.

Solidních nodulů bylo čtrnáct (82 %), semisolidní ložiska byla dvě (12 %), jedno ložisko bylo kavitované (6 %). Histologický rozbor určil jedenáct ložisek jako malignitu (65 %), z toho šest ložisek jako adenokarcinom (44 %), jedno ložisko bylo spinocelulární karcinom (6 %) a ve čtyřech případech (24 %) se jednalo o metastázy. V šesti případech byla histologická diagnóza benigní (tab. 3).

DISKUSE

Na našem pracovišti jsme používali na přelomu tisíciletí k CT lokalizaci

torakoskopicky nehmatné plicní noduly, methylenovou modř a později lokalizační drátky určené pro označení ložisek v prsu.

U značení methylenovou modří je výhodou menší limitace anatomickými poměry. Lze například zavádět jehlu přes interlobium či označit léze kryté lopatkou. Je možné současně označit i více lézí (5). Největší nevýhodou metody je rychlá difuze barviva do okolní tkáně, která vyžaduje provedení operačního výkonu do 2–3 hodin po označení (2). Problematické je i označení nodulů u pacientů s antrakotickými plícemi či s bulózním emfyzémem. U této metody je obtížné peroperačně odhadnout hloubku ložiska pod pleurou. U lézí uložených více než 20 mm pod pleurou se doporučuje spíše anatomická resekce (segmentektomie, subsegmentektomie). Úspěšnost označení se pohybuje okolo 98 %. Mezi komplikacemi se vyskytuje pneumothorax v 25 %, parenchymové krvácení ve 4–13 %, bolest po výkonu v 11 % (5, 6). Naše nepublikované zkušenosti potvrzují údaje z literatury, kdy hlavním problémem methylenové modří je pronikání barviva do okolí ložiska a značení hluboko uložených lézí.

U lokalizačních drátků používaných v chirurgii prsu je vysoká technická úspěšnost označení degradována

častými dislokacemi ve 4,5–9 %. Mezi komplikacemi se vyskytuje pneumothorax ve 40 %, z toho symptomatický ve 2 %, parenchymové krvácení v 13 % (6).

Lokalizace pomocí systému Somatex při označení plicních nodulů vykazují velmi malé procento dislokací markeru při operaci. V literatuře se uvádí rozmezí 0–6 % (7–9). V práci Partik et al. z roku 2002 byla prokázána z 16 pacientů jedna dislokace (6 %) lokalizační spirálky mimo plicní parenchym (8). Torre et al. uvádí 100 % úspěšnost lokalizace u 13 pacientů (9). Největší soubor Patella et al., ve kterém bylo 102 lokalizací u 93 pacientů, zaznamenal pouze tři částečné dislokace (3 %) (7). Z celkového počtu 131 výkonů v těchto sděleních došlo tedy pouze v jednom případě k dislokaci, která ovlivnila provedení operačního výkonu. Obecně k dislokaci dochází nejčastěji ve chvíli, kdy chirurg musí dosáhnout kolapsu plic. Jeden případ námi sledované dislokace drátu při operaci u prvního pacienta přisuzujeme naší ne zkušenosti než selhání lokalizační spirály. Metody s použitím lokalizačních drátků řeší problém, který vzniká změnou anatomických poměrů při řízeném kolapsu plic při operaci. Chirurg se orientuje podle drátku vyčnívajícího nad povrch plic. Technická úspěšnost lokalizace dosahuje 94–100 %. Mezi komplikacemi se vyskytuje asymptomatický pneumothorax v 19–31 %, parenchymové krvácení až v 5 % (7–9).

V úvahu připadá i značení odpoutatelnými spirálkami. Má dvě varianty, kdy jedna spirálka je v ložisku a druhá na povrchu kůže, či obě v plicním parenchymu, a pak označují hluboký a povrchový pól ložiska. V tomto případě nemusí chirurg respektovat při operaci dráhu, kterou byla vedena jehla při lokalizaci. V literatuře se uvádí i možnost přístupu přes lopatku pro zavedení spirálek k ložisku (10). Technická úspěšnost metody je 97 %. Mezi komplikacemi se vyskytuje pneumothorax až 75 %, z toho symptomatický ve 3 %, hemothorax v 1 % (11).

Další možnou metodou je značení lézí v plíci pomocí radioizotopu Tc-MAA a lokalizace gama sondou během operace. Výhodou je, že chirurg není při operaci limitován trajektorií jehly, kterou vybral radiolog. O něco méně významný je časový odstup operačního výkonu od značení, který může být proveden do 24 hodin od značení. Nicméně se

doporučuje provést chirurgický výkon co nejdříve. Nevýhodou je cena a zejména náročnost celého procesu. Technická úspěšnost výkonu je až 97% (2).

Další miniinvasivní metodou je značení pomocí fiduciálních markerů (zlatá zrnka) používaných v radioterapii. Výhodou metody je snadná aplikace pomocí 19 G jehel používaných pro biopsii. Chirurg nemusí resekovat dráhu vpichu a marker zůstává dlouho v plicním parenchymu. Lze operovat s delším časovým odstupem či v jiném zařízení, než ve kterém bylo provedeno označení. Nevýhodou je možnost embolizace markerem. Technická úspěšnost metody je až 95%. Mezi komplikacemi se vyskytuje asymptomatický pneumothorax ve 25%, symptomatický do 10% (12).

Existuje i možnost lokalizovat plicní noduly neinvazivně peroperačním ultrazvukem. Výhodou je absence komplikací spojených s invazivními postupy vyžadujícími punkci přes hrudní stěnu. Peroperační ultrasonografie je

však závislá na zkušenosti operátora a může být problém s nalezením ložisek v emfyzematózní plicí a u lézí v hloubi parenchymu. Detekce ložiska může být rovněž problematická, nedosáhne-li se kompletního kolapsu operované plicce. Úspěšnost metody se uvádí až 97% (3).

Nehmatné noduly je také možné lokalizovat bronchoskopicky za skia-skopické či elektromagnetické navigace s použitím spirálek či methylenové modři (13). Tyto metody nemají komplikace spojené se zavedením instrumentária přes hrudní stěnu a je možné je provádět i na operačním sále. Tato metoda vyžaduje velkou erudici bronchoskopisty. Dále nelze lokalizovat periferně uložené noduly, ke kterým nevedou dostatečně široké bronchy. U elektromagnetické lokalizace je rovněž nepříznivá vysoká cena. Úspěšnost metody je až 97%. Četnost poranění pleury a krvácení do plicce jsou extrémně nízké (13).

Limitací naší práce je především malý počet pacientů, který ztěžuje možnost

srovnání s ostatními metodami a s pracemi autorů, kteří rovněž používali systém Somatex. Jeden neúspěšný výkon v nevelkém vzorku tedy znamená velké procento selhání.

Vzhledem k tomu, že v našem interdisciplinárním týmu máme úzký kontakt mezi intervenčními radiology, hrudními chirurgy a pneumology, nejsou indikační kritéria pro výběr nodulů k označení zcela standardizovaná. Každý pacient z našeho souboru byl individuálně vybírán na indikačním semináři.

ZÁVĚR

Se zavedením CT screeningu karcinomu plic se dá předpokládat zvýšená detekce malých plicních uzlů. CT navigovaná lokalizace plicních nodulů spirálním markerem je spolehlivou, rychlou a bezpečnou metodou pro navigaci torakoskopické resekce malých plicních nodulů. ●

LITERATURA

1. Khan UY, Abdo T, et al. Diagnosis and management of peripheral lung nodule. *Ann Transl Med* 2019; 7(15): 348. doi: 10.21037/atm.2019.03.59
2. McDermott S, Fintelmann FJ, Bierhals AJ, et al. Image-guided Preoperative Localization of Pulmonary Nodules for Video-assisted and Robotically Assisted Surgery. *RadioGraphics* 2019; 39: 1264–1279.
3. Hou YL, Wang YD, Guo HQ, Zhang Y, Guo Y, Han H. Ultrasound location of pulmonary nodules in video-assisted thoracoscopic surgery for precise sublobectomy. *Thorac Cancer* 2020; 11(5): 1354–1360. doi:10.1111/1759-7714.13384
4. Shun-Mao Yang, Kai-Lun Yu, Kun-Hsien Lin, et al. Localization of Small Pulmonary Nodules Using Augmented Fluoroscopic Bronchoscopy: Experience from 100 Consecutive Cases. *World Surg* 2020; 44(7): 2418–2425.
5. Chia-Ying Lin, Chao-Chun Chang, Li-Ting Huang, et al. Computed Tomography-Guided Methylene Blue Localization: Single vs. Multiple Lung Nodules. *Front Med* 2021; 8: 661956. Published online 14 April 2021. doi.org/10.3389/fmed.2021.661956
6. Kleedehn M, Kim DH, Lee FT, Meghan G. Preoperative Pulmonary Nodule Localization: A Comparison of Methylene Blue and Hookwire Techniques. *Am J Roentgenol* 2016; 207: 1334–1339. doi: 10.2214/AJR.16.16272
7. Patella M, Bartolucci DA, Mongelli F, et al. Spiral wire localization of lung nodules: procedure effectiveness and oncological usefulness. *J Thorac Dis* 2019; 11(12): 5237–5246. doi: 10.21037/jtd.2019.11.74
8. Partik BL, Leung AN, Müller MR, et al. Using a Dedicated Lung-Marker System for Localization of Pulmonary Nodules Before Thoracoscopic Surgery. *Am J Roentgenol* 2003; 180(3): 805–809.
9. Torre M, Ferraroli GM, Vanzulli A, Fieschi S. A new safe and stable spiral wire needle for thoracoscopic resection of lung nodules. *Chest* 2004; 125(6): 2289–2293. doi: 10.1378/chest.125.6.2289
10. Wu J, Zhang MG, Chen J, et al. Trans-scapular approach coil localization for scapular-blocked pulmonary nodules: a retrospective study. *J Cardiothorac Surg* 2021; 16: 55. doi.org/10.1186/s13019-021-01446-6
11. Mayo JR, Clifton JC, Powell TI, et al. Lung nodules: CT-guided placement of microcoils to direct video-assisted thoracoscopic surgical resection. *Radiology* 2009; 250(2): 576–585. doi: 10.1148/radiol.2502080442
12. Sharma A, McDermott S, Mathisen DJ, Shepard JO. Preoperative Localization of Lung Nodules With Fiducial Markers: Feasibility and Technical Considerations. *Ann Thorac Surg* 2017; 103(4): 1114–1120. doi: 10.1016/j.athoracsur.2016.09.112 [Epub 2017 Jan 25].
13. Yanagiya M, Kawahara T, Ueda K, et al. A meta-analysis of preoperative bronchoscopic marking for pulmonary nodules. *Eur J Cardiothorac Surg* 2020; 58(1): 40–50. doi: 10.1093/ejcts/ezaa050