

Terminės abliacijos, kontroliuojant kompiuterine tomografija, stereotaksinės kūno spindulinės terapijos ir chirurginio gydymo klinikinių rezultatų palyginimas gydant piktybinius darinius plaučiuose: prospektyviojo tyrimo duomenys

COMPUTED TOMOGRAPHY-GUIDED THERMAL ABLATION, STEREOTACTIC BODY RADIOTHERAPY AND SURGICAL RESECTION FOR MALIGNANT LUNG TUMOURS: CLINICAL OUTCOMES FROM A PROSPECTIVE STUDY

AURIMAS MAČIONIS

LSMU MA Radiologijos klinika

Santrauka. 2026 m. birželio 15 d. viešajame Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos ir sveikatos mokslų krypties tarybos posėdyje Aurimas Mačionis sėkmingai apgynė daktaro disertaciją „Piktybinių navikų plaučiuose terminė abliacija kontroliuojant kompiuterine tomografija: klinikinio efektyvumo, saugumo ir poveikio kvėpavimo funkcijai tyrimas“. Disertacija rengta 2021–2025 m. Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos Radiologijos klinikoje. Šiame straipsnyje pateikiami pagrindiniai disertacijos rezultatai.

Mokslinis vadovas:

prof. dr. Marius Žemaitis (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Disertacijos gynimo taryba:

prof. dr. Giedrius Barauskas (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

prof. dr. Elona Juozaitytė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

doc. dr. Neringa Vagulienė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

prof. dr. Algirdas Edvardas Tamošiūnas (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

doc. dr. Mindaugas Račkauskas (Floridos universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Summary. Aurimas Mačionis successfully defended a doctoral dissertation “Computed tomography-guided thermal ablation of malignant lung tumors: a study of clinical efficacy, safety, and impact on pulmonary function” at the open session of the Medical Research Council of the Lithuanian University of Health Sciences on June 15, 2026. The dissertation has been prepared at the Department of Radiology at the Medical Academy of the Lithuanian University of Health Sciences during the period of 2021–2025. This article presents the main results of the dissertation.

Scientific Supervisor:

Prof. Dr. Marius Žemaitis (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

The Defense Council:

Prof. Dr. Giedrius Barauskas (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Prof. Dr. Elona Juozaitytė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Assoc. Prof. Dr. Neringa Vagulienė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Prof. Dr. Algirdas Edvardas Tamošiūnas (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Assoc. Prof. Dr. Mindaugas Račkauskas (University of Florida, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

DOI: <https://doi.org/10.37499/PIA.1968>

IVADAS

Plaučių vėžys išlieka viena pagrindinių su vėžiu susijusio mirtingumo priežasčių pasaulyje, o plaučiai yra viena dažniausių kitų organų navikų metastazavimo vietų [1, 2]. Radikalaus lokalaus gydymo pasirinkimas ankstyvos stadijos nesmulkiųjų ląstelių plaučių vėžiu (NSLPV) arba oligometastazine liga sergantiems pacientams apima terminę abliaciją (TA), kontroliuojant kompiuterine tomografija (KT), stereotaksinę kūno spindulinę terapiją (SBRT) ir chirurginę rezekciją. TA vis plačiau taikoma kaip minimaliai invazinis, plaučių parenchimą tausojantis gydymo metodas, ypač didelės chirurginės rizikos arba neoperuotiems pacientams, o tai patvirtinama tiek CIRSE [3], tiek NCCN [4], tiek Intervencinės radiologijos draugijos [5] gairėse, kuriose TA rekomenduojama taikyti pacientams, kuriems nustatyti potencialiai operotini (iki 3 cm) navikai, tačiau chirurginis gydymas negalimas dėl gretutinių ligų. Šis gydymo metodas taip pat gali būti taikomas pacientams, kuriems nustatyti keli pirminiai navikai arba lokoregioninis atsinaujinimas. SBRT yra pripažinta neinvazinė alternatyva [6]. Chirurginė rezekcija išlieka standartiniu gydymo metodu pacientams, kurių funkcinė būklė yra gera [7], tačiau reikšminga pacientų dalis dėl gretutinių ligų arba prastos plaučių funkcijos nėra tinkama chirurginiam gydymui.

Nors visų trijų metodų klinikinis veiksmingumas atskirai gerai aprašytas, tiesioginių, vieno centro sąlygomis atliktų palyginamųjų tyrimų, kuriuose vertinamos ne tik onkologinės baigtys, bet ir poveikis kvėpavimo funkcijai bei su sveikata susijusiai gyvenimo kokybei (SSGK), stinga. Daugelyje ankstesnių tyrimų plaučių funkcijos pokyčiai vertinti tik pagal bendruosius spirometrijos rodiklius, neanalizuojant regioninių plaučių perfuzijos pokyčių. Lietuvoje plaučių navikinių darinių TA procedūros kol kas atliekamos tik pavieniais atvejais, o mokslo publikacijų šia tema nėra.

Tyrimo tikslas – palyginti TA, kontroliuojant KT, SBRT ir chirurginio gydymo saugumą, poveikį kvėpavimo funkcijai bei gyvenimo kokybei ir onkologinius rezultatus, gydant pacientus, kuriems nustatyti piktybiniai plaučių navikai.

TYRIMO METODAI

Tyrimo planas ir etika

Atliktas prospektyvusis, neatsitiktinės imties, vieno centro palyginamasis tyrimas Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninėje Kauno klinikose. Tyrimui pritarė Kauno regioninis biomedicininis tyrimų etikos komitetas (protokolo Nr. 2022-BE-10-0015), tyrimas registruotas „ClinicalTrials.gov“ (identifikatorius NCT07272356). Iš visų dalyvių gautas raštiškas informuotas sutikimas.

Tiriamoji populiacija

Pacientai į tyrimą įtraukti nuosekliai nuo 2022 m. lapkričio iki 2024 m. lapkričio mėn. Įtraukimo kriterijai: suaugę pacientai, turintys histologiškai patvirtintą ankstyvos stadijos (Tis–T2) NSLPV, negydytą sistemine terapija, arba oligometastazinę plaučių ligą (iki penkių židinių), visi židiniai iki 3 cm, lokalizuoti periferinėje plaučių dalyje, tinkami bent vienam iš trijų radikalaus gydymo metodų, dokumentuotas daugiadalykės gydytojų specialistų komandos (DGSK) patvirtinimas dėl tinkamumo skirti gydymą. Atmetimo kriterijai: centriniai plaučių navikai, daugiau nei penki arba difuziniai židiniai, anksčiau taikytas lokalus gydymas tam pačiam židiniui, sunki koagulopatija arba kontraindikacijos bendrinei nejautrai. Iš 70 kriterijus atitikusių pacientų į galutinę analizę įtraukti 68: TA grupė – 20, SBRT grupė – 29, chirurgijos grupė – 19 pacientų.

Gydymo metodika

TA (18 pacientų – mikrobangų abliacija, 2 – kriobliacija) atlikta kontroliuojant KT, taikant bendrinę nejautrą, procedūra laikyta sėkminga, kai abliacinė zona visiškai dengė buvusio naviko kraštus, užtikrinant ne mažesnę kaip 15 mm saugią kraštų ribą pirminiams navikams ir 8–10 mm – metastazėms. Visos TA procedūros užbaigtos punkcijos kanalo embolizacija. SBRT atlikta naudojant „TrueBeam™“ linijinį greitintuvą, planavimą grindžiant 4D kompiuterine tomografija ir RTOG 0813/0915 rekomendacijomis, vidutinė biologiškai ekvivalentinė dozė (BED10) – 100 Gy (intervalas 72–151,2 Gy). Chirurginės rezekcijos buvo atliekamos taikant bendrinę nejautrą ir atviros torakotomijos būdu. Daugumai pacientų atliktos anatomicinės rezekcijos – lobektomija arba segmentektomija – kartu su limfadenektomija.

Vertinti rodikliai

Komplikacijos klasifikuotos pagal CIRSE kriterijus (1–6 laipsniai). Plaučių perfuzijos SPECT/KT (99mTc-MAA) bei plaučių funkcijos tyrimai (spirometrija, difuzinė geba anglies monoksidui, DLCOc) atlikti prieš gydymą ir praėjus 3 mėn. po jo. Perfuzijos defektai vertinti pusiau kiekybine 0–4 balų sistema, parengta remiantis PIOPED ir 2019 m. EANM kriterijais. Ligos atkrytis (lokalus, regioninis, atokusis) ir išgyvenamumo rodikliai (bendras, be ligos atkryčio) vertinti pagal radiologinės stebėsenos duomenis. Su sveikata susijusi gyvenimo kokybė (SSGK) vertinta SF-36 klausimynu prieš gydymą ir praėjus 1 mėn. po gydymo pabaigos.

Statistinė analizė

Duomenys analizuoti naudojant „SPSS 29.0/30.0“ programinę įrangą. Kiekybiniai kintamieji lyginti Studento t, Mano-Vitnio U, vienfaktorine ANOVA arba Kruskalo-Voliso testais, priklausomai nuo pasiskirstymo pobūdžio, kokybiniai kintamieji – chi

Disertacijos

kvadrato arba Fišerio tiksluoju testu. Išgyvenamumas vertintas Kaplano-Mejerio metodu, grupėms palyginti taikytas Gehano-Breslovo-Vilkoksono testas. Statistiškai reikšmingu laikytas $p < 0,05$.

REZULTATAI

Pacientų ir židinių charakteristikos

Į tyrimą įtraukti 68 pacientai (57,4 proc. vyrų), amžiaus vidurkis – $70,2 \pm 8,9$ m., grupės pagal amžių ir ECOG funkcinės būklės indeksą reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$). Iš viso gydyti 77 navikiniai židiniai, dažniausia histologinė forma – adenokarcinoma (39 židiniai). TA dažniausiai taikyta metastazėms (52,0 proc. TA grupės židinių), o pirminis NSLPV dažniau gydytas chirurginėmis procedūromis (94,7 proc. grupės židinių) arba SBRT (75,8 proc., $p = 0,002$) (1 lentelė).

Komplikacijos ir hospitalizacija

Bendras komplikacijų dažnis siekė 42,6 proc. ir statistiškai reikšmingai skyrėsi tarp terapinių grupių ($p < 0,05$): TA grupėje jis siekė 45,0 proc., didžiausias buvo chirurgijos (78,9 proc.), o mažiausias – SBRT (17,2 proc.) grupėje. Sunkių (didesnio nei trečio laipsnio) komplikacijų dažnis tarp grupių reikšmingai nesiskyrė (11,8 proc. iš viso, $p = 0,284$) (2 lentelė). TA grupėje dažniausia komplikacija buvo pneumotoraksas (8 iš 20 pacientų), daugeliu atvejų gydytas konservatyviai arba trumpalaikiu drenavimu. Chirurgijos grupėje fiksuotos dvi ketvirto laipsnio komplikacijos, dėl kurių prireikė revizinės torakotomijos. Hospitalizacijos trukmės mediana: chirurgija – 14 d. (IQR – 9–22 d.), TA – 3 d. (IQR – 2–5 d.), SBRT – 0 d. (IQR – 0–0,5 d.). Chirurgijos grupės hospitalizacija buvo reikšmingai ilgesnė nei TA ir SBRT grupių ($p < 0,001$), o skirtumas tarp TA ir SBRT reikšmingumo ribos nepasiekė ($p = 0,065$).

Plaučių perfuzija ir funkcija

Bendrosios kohortos analizė parodė, kad pažeisto plaučio perfuzija po gydymo reikšmingai sumažėjo nuo 51,5 proc. iki 48,0 proc. ($p = 0,002$), o tūris nuo 1 635 ml iki 1 413 ml ($p = 0,002$), tačiau pogrupių analizė parodė, kad šis pokytis buvo susijęs išskirtinai su chirurgine rezekcija: pažeisto plaučio perfuzija sumažėjo nuo 54,0 iki 41,0 proc. ($p = 0,002$), o tūris – nuo 1 750 iki 1 303 ml ($p < 0,001$). TA ir SBRT grupėse perfuzija ir tūris reikšmingai nepakito ($p > 0,05$). Chirurgijos grupės pažeisto plaučio perfuzijos ir tūrio sumažėjimas buvo reikšmingai didesnis nei TA (atitinkamai – $p =$

1 lentelė. Pacientų ir gydytų navikinių židinių charakteristikos

Rodiklis	Chirurgija (n = 19)	SBRT (n = 29)	TA (n = 20)	Iš viso (n = 68)	p reikšmė
Amžius, vidurkis $\pm$ SN, m	67,8 $\pm$ 7,9	72,5 $\pm$ 9,5	69,2 $\pm$ 8,5	70,2 $\pm$ 8,9	0,172
ECOG 0, n (proc.)	8 (42,1 proc.)	6 (20,7 proc.)	8 (40,0 proc.)	22	0,092
ECOG 1, n (proc.)	11 (57,9 proc.)	19 (65,5 proc.)	12 (60,0 proc.)	42	
ECOG 2, n (proc.)	0	4 (13,8)	0	4	
Gydytų židinių, n	19	33	25	77	
Pirminiai navikai, n (proc.)	18 (94,7 proc.) ^a	25 (75,8 proc.) ^a	12 (48,0 proc.) ^b	55	0,002
Metastazės, n (proc.)	1 (5,3 proc.) ^a	8 (24,2 proc.) ^a	13 (52,0 proc.) ^b	22	
Židinio dydis, vidurkis $\pm$ SN, mm	19,7 $\pm$ 5,8	19,7 $\pm$ 6,8	15,8 $\pm$ 6,9	18,4 $\pm$ 6,8	0,057

SN – standartinis nuokrypis; ECOG – funkcinės būklės indeksas.

Skirtingi viršutiniai indeksai (a, palyginti su b) žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp grupių; vienodi indeksai (pvz., a ir a) rodo, kad tarp tų grupių skirtumų nėra.

2 lentelė. Komplikacijos ir hospitalizacijos trukmė pagal gydymo grupes

Rodiklis	Chirurgija	SBRT	TA	p reikšmė
Visų laipsnių komplikacijos, proc. (n)	78,9 (15 / 19)	17,2 (5 / 29)	45,0 (9 / 20)	< 0,05
Didesnės nei 3 laipsnio komplikacijos, proc. (n)	21,1 (4 / 19)	10,3 (3 / 29)	5,0 (1 / 20)	0,284
Hospitalizacijos trukmė, mediana (IQR), d.	14 (9–22)	0 (0–0,5)	3 (2–5)	< 0,001

IQR – interkvartilinis rėžis.

0,004 ir $p = 0,001$) bei SBRT (atitinkamai – $p = 0,002$ ir $p = 0,002$) grupėse. Bendroje imtyje ($n = 45$) FEV1 reikšmingai nepakito ($p > 0,05$), tačiau chirurgijos grupėje stebėta FEV1 ir FVC mažėjimo tendencija (atitinkamai – $p = 0,083$ ir $p = 0,078$). Prieš gydymą perfuzijos defektai nustatyti 60,3 proc. pacientų, dažniausiai TA grupėje (80,0 proc., $p = 0,006$), po gydymo naujų reikšmingų defektų neatsirado ($p > 0,05$).

Ligos atkrytis ir išgyvenamumas

Atkrytis nustatytas 29 pacientams (43,3 proc.), iš kurių 14 atvejų stebėsenos vaizdiniais tyrimais nustatytas dauginis atkrytis keliuose organuose. Išsami tirtos populiacijos atkryčio dažnio ir pobūdžio analizė pateikiama 3 lentelėje. Bendras atkrytis nustatytas 43,3 proc. pacientų: dažniausiai – SBRT (57,1 proc.), rečiausiai – chirurgijos (21,1 proc.) grupėje ($p = 0,049$), TA grupėje – 45,0 proc. Lokalaus atkryčio chirurgijos grupėje nenustatyta, o tarp TA (24,0 proc.) ir SBRT (31,3 proc.) grupių reikšmingo skirtumo nebuvo. Dauguma (5 iš 6) TA grupės lokalių atkryčių sėkmingai gydyti pakartotine TA, o pakartotine SBRT sėkmingai

pritaikyta tik vienu atveju iš dešimties. Regioninis atkrytis buvo reikšmingai dažnesnis SBRT (42,9 proc.) nei chirurgijos (10,5 proc.) grupėje ($p = 0,039$). TA grupėje nustatytas tarpinis regioninio atkryčio dažnis (20,0 proc.), be reikšmingų skirtumų, palyginti su SBRT arba chirurgijos grupėmis. SBRT gydyti pacientai turėjo maždaug keturgubai didesnę regioninio atkryčio riziką nei gydyti chirurgija arba TA (ŠS – 4,125; 95 proc. PI – 1,309–12,996; $p = 0,012$). Su gydymu susijusių mirčių nenustatyta, stebėsenos laikotarpiu mirė šeši pacientai (8,8 proc.). Porinių palyginimų analizė neparodė statistiškai reikšmingų bendrojo išgyvenamumo skirtumų tarp gydymo grupių. Tiriamosios populiacijos vidutinis išgyvenamumas be ligos siekė $10,9 \pm 5,7$ mėn. Pacientams, kuriems atlikta operacija, išgyvenamumas be ligos buvo statistiškai reikšmingai ilgesnis nei gydytiems SBRT – atitinkamai $12,4 \pm 4,2$ mėn. ir $9,9 \pm 6,7$ mėn. ($p = 0,047$) TA grupės vidutinis išgyvenamumas be ligos buvo $10,9 \pm 5,5$ mėn. ir statistiškai reikšmingai nesiskyrė nei nuo chirurgijos grupės ($p = 0,279$), nei nuo SBRT grupės ($p = 0,098$).

Su sveikata susijusi gyvenimo kokybė

TA grupėje visų sričių SSGK rodikliai po gydymo pagerėjo, o keliose srityse pagerėjimas buvo statistiškai reikšmingas (veiklos apribojimai dėl fizinės sveikatos, energingumas, emocinė būseną, socialinis funkcionavimas, bendra sveikata; $p < 0,05$, palyginti su chirurginėmis procedūromis). SBRT grupėje šeši iš aštuonių rodiklių po gydymo pagerėjo, tarp SBRT ir TA grupių statistiškai reikšmingų SSGK pokyčių skirtumų nenustatyta. Baziniai SSGK rodikliai buvo geriausi chirurgijos grupėje, tačiau būtent šioje grupėje po gydymo stebėtas ryškiausias pablogėjimas daugumoje sričių (pvz., fizinis aktyvumas: $\Delta -15,3$, $p = 0,002$, palyginti su SBRT ir TA; veiklos apribojimai dėl fizinės sveikatos: $\Delta -31,7$, $p < 0,001$, palyginti su TA).

REZULTATŲ APTARIMAS

Komplikacijos ir hospitalizacijos trukmė

Tyrimo duomenys patvirtina, kad TA ir SBRT buvo susijusios su mažesniu komplikacijų dažniu ir trumpesne hospitalizacija, palyginti su chirurgine rezekcija, kuriai būdingas didžiausias komplikacijų dažnis ir ilgiausia hospitalizacija. Tai atitinka ankstesnių tyrimų rezultatus, rodančius reikšmingai didesnę infekcijų bei kvėpavimo nepakankamumo dažnį po lobektomijos, palyginti su mikrobangų abliacija (MBA) [8, 9]. Remiantis metaanalizės duomenimis, chirurginė rezekcija taip pat siejama su ilgesne hospitalizacijos trukme nei perkutaninės abliacijos atveju [10]. Dažniausia TA grupės komplikacija – pneumotoraksas, kuris daugeliu atvejų buvo valdomas konservatyviai

3 lentelė. Atkryčio dažnis pagal gydymo grupes

Atkrytis	Chirurgija, proc.	SBRT, proc.	TA, proc.	p reikšmė
Bendras*	21,1 ^a	57,1 ^b	45,0 ^{ab}	0,049
Lokalus**	0 ^a	31,3 ^b	24,0 ^b	0,026
Regioninis*	10,5 ^a	42,9 ^b	20,0 ^{ab}	0,039
Tolimas*	10,5	28,6	20,0	0,326

* Apskaičiuota atsižvelgiant į pacientų skaičių. ** Apskaičiuota atsižvelgiant į židinių skaičių. Skirtingi viršutiniai indeksai (^a vs. ^b) žymi statistiškai reikšmingus skirtumus tarp grupių; vienodi indeksai (pvz., ^a-a) rodo, kad tarp tų grupių skirtumų nėra.

arba trumpalaikiu drenavimu, o tai atitinka ir kitų autorių duomenis apie MBA bei radiodažninės abliacijos (RDA) komplikacijų profilį [11].

Poveikis plaučių perfuzijai ir funkcijai

Vertinant kvėpavimo funkciją, ryškiausi pokyčiai stebėti po chirurginių procedūrų – perfuzinės funkcijos sumažėjimas buvo proporcingas pašalinto audinio tūriui, o tai atitinka literatūros duomenis [12–15]. Po TA perfuzijos ir tūrio pokyčiai paprastai yra minimalūs, nes abliacijos zonos yra nedidelės [16–18]. Šio straipsnio autorių rezultatai minėtą tendenciją patvirtino, nes tiek TA, tiek SBRT grupėse reikšmingų perfuzijos pokyčių nenustatyta. Nors bendrieji spirometrijos rodikliai (FEV_1 , FVC) reikšmingai nepakito nė vienoje grupėje, chirurgijos grupėje stebėta jų mažėjimo tendencija, atitinkanti ankstesnių tyrimų duomenis, patvirtinančius, jog chirurginis gydymas lemia didesnę plaučių funkcijos nuosmukį nei mažiau invazyvūs metodai [19, 20]. Šie rezultatai taip pat rodo, kad TA, panašiai kaip ir SBRT, yra plaučių funkciją tausojantis metodas, tinkamas pacientams, kuriems chirurginė intervencija kontraindikuotina [21, 22]. Plaučių perfuzijos scintigrafija gali padėti nustatyti besimptomę ar kliniškai nereikšmingą plaučių emboliją [23], kuri gali likti nepastebėta įprastuose KT tyrimuose ir turėti įtakos gydymo taktikos parinkimui ribinio operabilumo pacientams [24]. Gauti duomenys atitinka literatūroje aprašomą didelį atsitiktinės plaučių embolijos dažnį onkologinėmis ligomis pacientams [25, 26], todėl plaučių perfuzijos SPECT / KT vertėtų svarstyti kaip sudėtinę ištyrimo protokolo dalį, ypač ribinio operabilumo pacientams.

Ligos kontrolė ir atkrytis

Chirurginė rezekcija užtikrino geriausią vietinę ligos kontrolę – lokalaus atkryčio šioje grupėje nenustatyta, tačiau tai iš dalies paaiškinama tuo, kad dauguma chirurgiškai gydytų navikų buvo pirminiai periferiniai NSLPV, pašalinti atliekant lobektomiją. Reikšmingo skirtumo tarp TA ir SBRT grupių pagal lokalaus atkryčio dažnį nenustatyta, o tai atitinka Chen ir kt. metaanalizės duomenis apie panašius TA ir SBRT lokoregioninės kontrolės rezultatus ankstyvos stadijos NSLPV atvejais [27]. Dong ir kt. duomenimis, MBA gali būti pranašesnė už SBRT gydant kolorektalinio

Disertacijos

vėžio plaučių metastazes [28], o naujausi duomenys rodo, kad MBA rezultatai gali prilygti arba net pranokti SBRT [28–30]. Svarbus TA privalumas – galimybė veiksmingai pakartotinai gydyti vietinį atkrytį: atliktame tyrime penki iš šešių TA grupės lokalių atkryčių sėkmingai gydyti pakartotine abliacija, o pakartotinė SBRT sėkmingai pritaikyta tik vienu atveju iš dešimties. Regioninio atkryčio dažnis buvo reikšmingai didesnis SBRT grupėje, palyginti su chirurgija – SBRT gydytiems pacientams nustatyta maždaug keturis kartus didesnė regioninio atkryčio rizika.

Gyvenimo kokybė

TA ir SBRT grupėse SSGK rodikliai po gydymo išliko stabilūs arba pagerėjo, o chirurginė rezekcija, nepaisant geriausios vietinės ligos kontrolės, turėjo ryškiausią neigiamą poveikį SSGK. Duomenų apie SSGK po plaučių TA literatūroje itin mažai. Palusière ir kt. RDA grupėje nustatė padidėjusį nuovargį, tačiau bendri sveikatos rodikliai reikšmingai nepakito [31], o atliktame tyrime TA turėjo statistiškai reikšmingą teigiamą poveikį keliems SSGK rodikliams – tai galėtų būti susiję su MBA vyrovimu bei mažesniu procedūros invaziškumu. Panašias tendencijas – SSGK pablogėjimą po chirurginės procedūros su daliniu atsigavimu per metus – aprašė ir kiti autoriai, lyginę chirurgiją bei SBRT [32–34].

Tyrimo trūkumai

Tyrimas buvo vieno centro, neatsitiktinės imties, palyginti nedidelės imties, todėl tarp gydymo grupių išliko pacientų atrankos šališkumas – į SBRT ir TA grupes dažniau įtraukti silpnesnės funkcinės būklės arba operuoti netinkami pacientai. Tiriamoji populiacija buvo heterogeniška ir pagal naviko kilmę, nes pirminiai navikai ir metastazės tarp grupių pasiskirstė nevienodai, o daliai pacientų taikytas papildomas sisteminis gydymas galėjo paveikti ilgalaikės baigtis. Metodologiniai skirtumai tarp gydymo grupių bei santykinai trumpas stebėsenos laikotarpis riboja rezultatų apibendrinimą. Reikalingi didesnės apimties, daugiacentriai, atsitiktinės imties tyrimai, kurie leistų patikimiau palyginti šių trijų gydymo metodų rezultatus gydant navikinius plaučių židinius.

IŠVADOS

1. Chirurginė rezekcija buvo susijusi su didžiausiu komplikacijų skaičiumi bei ilgiausia hospitalizacija, palyginti su TA ir SBRT.
2. Chirurgijos grupės pacientų kvėpavimo funkcijos rodikliai prieš gydymą buvo geresni nei SBRT ir TA grupėse, tačiau po operacijos buvo stebėtas reikšmingas kvėpavimo funkcijos sumažėjimas, o TA ir SBRT grupėse kvėpavimo funkcija išliko stabili.

3. Chirurginė rezekcija siejama su mažesniu bendru, vietiniu ir regioniniu atkryčių dažniu bei ilgiausiu išgyvenamumu be ligos, palyginti su SBRT. Vis dėlto, palyginti su TA, nustatytas tik mažesnis vietinių atkryčių dažnis. Tarp TA ir SBRT statistiškai reikšmingų skirtumų nei pagal atkryčio dažnį, nei pagal išgyvenamumą be ligos nenustatyta.
4. TA ir SBRT užtikrino geresnę su sveikata susijusią gyvenimo kokybę, palyginti su chirurginėmis procedūromis. TA grupės pacientų fizinė ir psichologinė būklė po gydymo išliko stabili ar net reikšmingai pagerėjo.

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

- **SPECT/KT įtraukimas į diagnostikos algoritmą.** Planuojant lokalių radikalių gydymą didelės chirurginės rizikos arba ribinio operabilumo pacientams, rekomenduojama atlikti trimatę plaučių perfuzijos scintigrafiją (SPECT/KT). Šis tyrimas leidžia tiksliau įvertinti plaučių perfuzinį rezervą ir nustatyti anksčiau nediagnozuotus perfuzijos sutrikimus, taip sumažinant pooperacinio kvėpavimo nepakankamumo riziką.
- **Individualizuotas gydymo metodo parinkimas.** Terminė abliacija ir stereotaksinė kūno spindulinė terapija nepablogina pacientų gyvenimo kokybės ir yra susijusios su mažesniu komplikacijų dažniu, todėl gali būti rekomenduojamos prastesnės bendrosios būklės pacientams, kuriems chirurginis gydymas nėra tinkamas.
- **Terminė abliacija ligai atsinaujinus.** Nustačius vietinio ligos atsinaujinimo požymių po radikalaus lokalaus gydymo, terminė abliacija turėtų būti svarstoma kaip vienas saugiausių pakartotinio lokalaus gydymo (reintervencijos) metodų, nes audiniams netaikomi kumuliacinio toksiškumo apribojimai, būdingi pakartotinei spindulinei terapijai.

STRAIPSNIAI, KURIUOSE PASKELBTI

DISERTACIJOS REZULTATAI

1. Mačionis A, Maziliauskienė G, Dubeikaitė R, Vajauskas D, Adukauskienė D, Nedzelskienė I, Žemaitis M. Improving outcomes of CT-guided malignant lung lesion microwave ablation by tract sealing using venous blood clot. *Diagnostics* (Basel). 2024;14(23):2631.
2. Mačionis A, Maziliauskienė G, Dubeikaitė R, Balčiūnaitė I, Galnaitienė G, Padervinskienė L, Matulionė J, Miliauskas S, Korobeinikova E, Jaruševičius L, Nedzelskienė I, Mišeikytė-Kaubrienė E, Vajauskas D, Žemaitis M. Treatment outcomes for malignant peripheral lung tumours: a prospective single-centre comparison of thermal ablation, surgery, and radiotherapy. *Medicina* (Kaunas). 2025;61(11):1972.
3. Mačionis A, Balčiūnaitė I, Galnaitienė G, Dubeikaitė R, Maziliauskienė G, Dimienė I, Nedzelskienė I, Mišeikytė-Kaubrienė E, Padervinskienė L, Miliauskas S, Vajauskas D, Žemaitis M. Dynamics of pulmonary perfusion and function following radical treatment for lung tumors: a prospective comparative study of surgery, radiotherapy, and thermal ablation. *Cancers*. 2026;18(8):1213.

LITERATŪRA

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024;74:229–63.
2. Chen H, Stoltzfus KC, Lehrer EJ, Horn SR, Siva S, Trifiletti DM, et al. The epidemiology of lung metastases. *Front Med*. 2021;8:723396.
3. Venturini M, Cariati M, Marra P, Masala S, Pereira PL, Carrafiello G. CIRSE standards of practice on thermal ablation of primary and secondary lung tumours. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2020;43:667–83.
4. National Comprehensive Cancer Network. NCCN clinical practice guidelines in oncology: non-small cell lung cancer. 2026.
5. Genshaft SJ, Suh RD, Abtin F, Baerlocher MO, Chang AJ, Dariushnia SR, et al. Society of Interventional Radiology multidisciplinary position statement on percutaneous ablation of non-small cell lung cancer and metastatic disease to the lungs. *J Vasc Interv Radiol*. 2021;32:1241.e1–12.
6. Videtic GMM, Donington J, Giuliani M, Heinzerling J, Karas TZ, Kelsey CR, et al. Stereotactic body radiation therapy for early-stage non-small cell lung cancer: executive summary of an ASTRO evidence-based guideline. *Pract Radiat Oncol*. 2017;7:295–301.
7. Remon J, Soria JC, Peters S. Early and locally advanced non-small-cell lung cancer: an update of the ESMO clinical practice guidelines focusing on diagnosis, staging, systemic and local therapy. *Ann Oncol*. 2021;32:1637–42.
8. Yao W, Lu M, Fan W, Huang J, Gu Y, Gao F, et al. Comparison between microwave ablation and lobectomy for stage I non-small cell lung cancer: a propensity score analysis. *Int J Hyperthermia*. 2018;34:1329–36.
9. Wang Y, Liu B, Cao P, Wang W, Wang W, Chang H, et al. Comparison between computed tomography-guided percutaneous microwave ablation and thoracoscopic lobectomy for stage I non-small cell lung cancer. *Thorac Cancer*. 2018;9:1376–82.
10. Chan MV, Huo YR, Cao C, Ridley L. Survival outcomes for surgical resection versus CT-guided percutaneous ablation for stage I non-small cell lung cancer (NSCLC): a systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol*. 2021;31:5421–33.
11. Carrafiello G, Mangini M, Fontana F, Di Massa A, Ierardi AM, Cotta E, et al. Complications of microwave and radiofrequency lung ablation: personal experience and review of the literature. *Radiol Med (Torino)*. 2012;117:201–13.
12. Arnon-Sheleg E, Haberfeld O, Kremer R, Keidar Z, Weiler-Sagie M. Head-to-head prospective comparison of quantitative lung scintigraphy and segment counting in predicting pulmonary function in lung cancer patients undergoing video-assisted thoracoscopic lobectomy. *J Nucl Med*. 2020;61:981–9.
13. Jeong YH, Lee H, Jang HJ, Park DW, Choi YY, Lee SJ. Predicting postoperative lung function using ventilation SPECT/CT in patients with lung cancer. *J Thorac Dis*. 2024;16:1054–62.
14. Moneke I, Von Nida C, Senbaklavaci O, Elze M, Meyer PT, Passlick B, et al. SPECT/CT accurately predicts postoperative lung function in patients with limited pulmonary reserve undergoing resection for lung cancer. *J Clin Med*. 2024;13:6111.
15. Toney LK, Wanner M, Miyaoka RS, Alessio AM, Wood DE, Vesselle H. Improved prediction of lobar perfusion contribution using technetium-99m-labeled macroaggregate of albumin SPECT/CT with attenuation correction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;148:2345–52.
16. Sebek J, Taeprasartsit P, Pathomparai C, Dupuy DE, Wibowo H, Prakash P. Computational modeling of microwave ablation of lung tumors: assessment of model-predictions against post-treatment imaging. *Med Phys*. 2025;52:e17897.
17. Parvizi N, Chung D, Little MW, Gleeson FV, Anderson EM. Does perfusion CT play a role in the evaluation of percutaneous microwave-ablated lung tumours? *Clin Radiol*. 2016;71:1137–42.
18. Liu B, Li C, Sun X, Zhou W, Sun J, Liu H, et al. Assessment and prognostic value of immediate changes in post-ablation intratumor density heterogeneity of pulmonary tumors via radiomics-based computed tomography features. *Front Oncol*. 2021;11:615174.
19. Wang Y, Yuan Z. Comparison of changes in pulmonary function after SBRT vs. surgery for early-stage non-small cell lung cancer: a prospective real-world observational study. *Int J Radiat Oncol*. 2025;123:e224.
20. Li B, Gao S, Mao J, Yang Z, Chen Y, Wang X, et al. A retrospective study of microwave ablation and thoracoscopic surgery for multiple primary lung cancer: a propensity score matching analysis. *Front Surg*. 2025;12:1547048.
21. Dupuy DE, Fernando HC, Hillman S, Ng T, Tan AD, Sharma A, et al. Radiofrequency ablation of stage IA non-small cell lung cancer in medically inoperable patients: results from the ACOSOG Z4033 (Alliance) Trial. *Cancer*. 2015;121:3491–8.
22. Li Z, Zhao F, Wang G, Xue G, Wang N, Cao P, et al. Changes in the pulmonary function of CT-guided microwave ablation for patients with malignant lung tumors. *J Cancer Res Ther*. 2023;19:1669–74.
23. Le Roux PY, Le Pennec R, Salaun PY, Zuckier LS. Scintigraphic diagnosis of acute pulmonary embolism: from basics to best practices. *Semin Nucl Med*. 2023;53:743–51.
24. Mallaev M, Chirindel AF, Lardinois D, Tamm M, Vija AH, Cachovan M, et al. 3D-Quantitated SPECT/CT: impact on intended management compared to lung perfusion scan in marginal candidates for pulmonary resection. *Clin Lung Cancer*. 2023;24:621–30.
25. Li Y, Shang Y, Wang W, Ning S, Chen H. Lung cancer and pulmonary embolism: what is the relationship? A Review. *J Cancer*. 2018;9:3046–57.
26. Hua X, Han SH, Wei SZ, Wu Y, Sha J, Zhu XL. Clinical features of pulmonary embolism in patients with lung cancer: a meta-analysis. *PLoS ONE*. 2019;14:e0223230.
27. Chen D, Zhao M, Xiang X, Liang J. Percutaneous local tumor ablation vs. stereotactic body radiotherapy for early-stage non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Chin Med J (Engl)*. 2022;135:1517–24.
28. Dong T, Fan H, Lyu J, Shi Y, Hu P, Wu X, et al. A retrospective study comparing the efficacy of microwave ablation and stereotactic body radiotherapy in colorectal cancer lung metastases. *Oncol Lett*. 2024;28:322.
29. Laeseke P, Ng C, Ferko N, Naghi A, Wright GWJ, Zhang Y, et al. Stereotactic body radiation therapy and thermal ablation for treatment of NSCLC: a systematic literature review and meta-analysis. *Lung Cancer*. 2023;182:107259.
30. Nour-Eldin NEA, Exner S, Al-Subhi M, Naguib NNN, Kaltenbach B, Roman A, et al. Ablation therapy of non-colorectal cancer lung metastases: retrospective analysis of tumour response post-LITT, RFA and MWA. *Int J Hyperthermia*. 2017;33:820–9.
31. Palussière J, Chomy F, Savina M, Deschamps F, Gaubert JY, Renault A, et al. Radiofrequency ablation of stage IA non-small cell lung cancer in patients ineligible for surgery: results of a prospective multicenter phase II Trial. *J Cardiothorac Surg*. 2018;13:91.
32. Schwartz RM, Alpert N, Rosenzweig K, Flores R, Taioli E. Changes in quality of life after surgery or radiotherapy in early-stage lung cancer. *J Thorac Dis*. 2019;11:154–61.
33. Samson P, Perez M, Carpenter L, Roach MC, Bradley JD, Kozower B, et al. Comparing prospective quality of life assessments among clinical stage I non-small cell lung cancer patients receiving surgery versus stereotactic body radiation therapy at one year. *Int J Radiat Oncol*. 2020;108:e81–2.
34. Iovoli AJ, Yu B, Ma SJ, Farrugia MK, Dexter EU, Yendamuri S, et al. Quality of life after stereotactic body radiation therapy or surgery for early-stage NSCLC: a systematic review. *JTO Clin Res Rep*. 2022;3:100417.