

## **IMPRESUM**

### **REČ LEKARA**

#### **Za izdavača**

Direktor: Prof. dr Vesna Turkulov

#### **Glavni i odgovorni urednik**

Prof. dr Snežana Tomašević Todorović

#### **Zamenik urednika**

Prof. dr Milica Medić Stojanoska

#### **Uređivački i redakcioni odbor**

- 1) Prof. dr Đula Đilvesi
- 2) Prof. dr Mirjana Živojinov
- 3) Prof. dr Katarina Šarčev
- 4) Prof. dr Tihomir Vejnović
- 5) Prof. dr Viktor Til
- 6) Prof. dr Snežana Brkić
- 7) Prof. dr Radovan Veljković
- 8) Prof. dr Velibor Čabarkapa
- 9) Prof. dr Vladimir Kljajić
- 10) Prof. dr Teodora Tubić
- 11) Prof. dr Đorđe Ilić
- 12) Prof. dr Violeta Knežević
- 13) Prof. dr Milena Mitrović
- 14) Prof. dr Aleksandar Savić
- 15) Prof. dr Slobodan Pantelinac
- 16) Prof. dr Igor Veselinović

17) Prof. dr Gordana Jovanović

18) Prof. dr Goran Stojiljković

19) Prof. dr Svetlana Simić

20) Prof. dr Artur Bjelica

21) Prof. dr Aleksandra Dickov

22) Prof. dr Aleksandar Kiralj

23) Prof. dr Petar Vuleković

24) Prim. Dr Branislava Jakovljević

25) Prof. dr Željko Živanović

26) Prof. dr Zoran Golušin

27) Prof. dr Ljiljana Jovančević

28) Prof. dr Dragan Nikolić

29) Prof. dr Boris Golubović

CIP – Katalogizacija u publikaciji

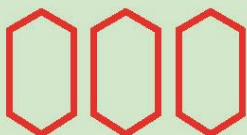
Biblioteka Matice srpske, Novi Sad 61

**REČ lekara Kliničkog centra Vojvodine** : informativno–edukativno stručni časopis lekara Kliničkog centra Vojvodine / glavni urednik Prof. dr Snežana Tomašević Todorović. – god. 7, br. 8 (2026)- . – Novi Sad : Univerzitetski klinički centar Vojvodine, 2026-. – 30 cm

Dva puta godišnje

ISSN 2560–3779

COBISS.SR–ID 313861127



## REČ DIREKTORA



Poštovane kolegice i kolege,

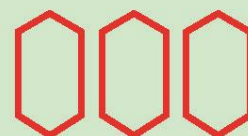
Univerzitetski klinički centar Vojvodine, kao ustanova koja pruža usluge najvišeg nivoa zdravstvene zaštite ali i najveća nastavno-naučna baza Medicinskog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, nastavlja da uvodi i primenjuje najnovije dijagnostičke i terapijske procedure u lečenju naših bolesnika. Minimalno invazivne endoskopske, kao i endovaskularne i interventne radiološke procedure predstavljaju veliki iskorak u podizanju kvaliteta pruženih zdravstvenih usluga ali i kvalitetu života pacijenata nakon lečenja.

Želim da se zahvalim urednici časopisa, kao i svim autorima tekstova i lekarima koji su prikazali deo aktivnosti našeg kliničkog centra. Lekari UKCV nastaviće dalje usavršavanje i praćenje najnovijih naučnih saznanja iz različitih oblasti medicine.

Sigurna sam da imamo dovoljno potencijala i da ćemo zajedničkim radom, entuzijazmom kao i dobrom organizacijom u tome i uspeti.

Srdačno,

Prof. dr Vesna Turkulov



## REČ UREDNIKA



Poštovane kolegice i kolege,

Pred vama je novi broj časopisa „Reč lekara“, fokusiran na savremene terapijske pristupe, koji pomeraju granice medicine bola, neurologije i neurohirurgije. U eri ubrzanog tehnološkog razvoja, svedoci smo transformacije terapijskih paradigmi koje direktno utiču na smanjenje morbiditeta i značajno poboljšanje kvaliteta života pacijenata.

U ovom broju poseban prostor posvećujemo metodama koje menjaju paradigmu lečenja u Univerzitetskom Kliničkom centru Vojvodine.

Kroz procedure poput epiduralne adheziolize i radiofrekventne terapije, medicina bola evoluirala od simptomatskog lečenja ka ciljanim, minimalno invazivnim intervencijama koje utiču na kompleksne patofiziološke mehanizme hroničnog

bola. Mehanička trombektomija, kao imperativ u tretmanu akutnog ishemijskog moždanog udara pruža pacijentima šansu za potpun oporavak u okviru kritičnog vremenskog prozora. Savremeni hirurški pristupi u okviru minimalno invazivne spinelne hirurrgije danas omogućavaju visoku preciznost uz redukciju postoperativnih komplikacija i brži funkcionalni oporavak.

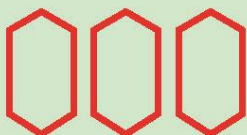
Integracija ovih metoda zahteva i **multidisciplinarni pristup** koji u fokus stavlja pacijenta, oslanjajući se na medicinu zasnovanu na dokazima (*Evidence-Based Medicine*).

Časopis „Reč lekara“ nastavlja svoju misiju kao platforma za razmenu akademskih saznanja i kliničkih iskustava, podstičući dalji razvoj neuronauke u našoj sredini.

Verujem da će tekstovi u ovom broju biti podsticaj za dalju edukaciju i primenu inovativnih rešenja u vašoj svakodnevnoj kliničkoj praksi.

Želim vam inspirativno i plodonosno čitanje.

Prof. dr Snežana Tomašević Todorović



## **PROCEDURA EPIDURALNE ADHEZIOLIZE**

*Klinika za anesteziju, intenzivnu terapiju i terapiju bola*

*Prof dr Teodora Božić, Dr Jasmina Pejaković i dr Vladimir Vrsajkov*

Tokom januara meseca 2026. godine u UKCV, je izvedena prva epiduroлиза Racz-ovim kateterom. Ovu intervenciju su izveli lekari Klinike za anesteziju i intenzivnu terapiju i terapiju bola, Odsek za lečenje hroničnog bola na čelu sa dr Jasminom Pejaković i dr Vladimirom Vrsajkovim.

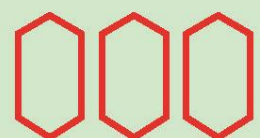
Epiduroлиза predstavlja zlatni standard u lečenju priraslica uzrokovanih hroničnim upalama kod degenerativnih promena kičme.



Epiduralna adhezioliza je minimalno invazivna interventna procedura kojom se mehanički i hemijski razgrađuju fibrozne adhezije u epiduralnom prostoru kičmenog kanala. Postupak se izvodi uvođenjem specijalnog katetera (Racz kateter) u epiduralni

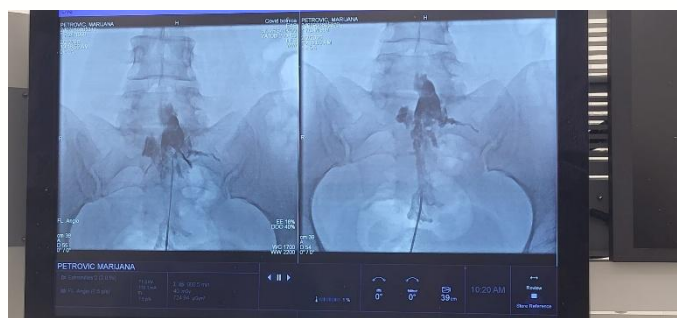
prostor, najčešće u lumbosakralnom regionu, pod rendgenskom (fluoroskopskom) kontrolom.

Cilj procedure je oslobađanje nervnih korenova od adhezija koje nastaju usled degenerativnih promena, hronične upale, hernijacije intervertebralnog diska ili nakon hirurških intervencija na kičmi. Razgrađivanjem adhezija poboljšava se distribucija primenjenih lekova (lokalnih anestetika, kortikosteroida i hipertoničnog rastvora) u epiduralnom prostoru, smanjuje se zapaljenje i pritisak na nervne strukture, čime se postiže smanjenje bola i poboljšanje funkcionalnog statusa pacijenta.



Epiduralna adhezioliza se primenjuje kod bolesnika sa hroničnim aksijalnim bolom sa ili bez širenja u ekstremitete, naročito kod sindroma neuspešne hirurģije kičme (Failed Back Surgery Syndrome- FBSS), diskus hernije, stenoze spinalnog kanala i hronične radikulopatije kod kojih konzervativno lečenje i standardne epiduralne injekcije nisu dovele do zadovoljavajućeg kliničkog poboljšanja.

Kontraindikacije za izvođenje epiduralne adheziolize su sistemska ili lokalna infekcija na mestu planirane intervencije, poremećaji koagulacije, alergija na primenjene lekove ili kontrastna sredstva, trudnoća ili sumnja na trudnoću, kao i nemogućnost saradnje sa pacijentom. Poseban oprez je potreban kod pacijenata sa neregulisanom šećernom bolešću, teškim kardiovaskularnim oboljenjima ili oslabljenim imunološkim sistemom. Na uspešnost procedure utiču trajanje simptoma, stepen fibroznih promena i opšte stanje pacijenta, pri čemu je veća verovatnoća uspeha kod kraćeg trajanja bola.



Epiduralna adhezioliza se izvodi u uslovima operacione sale, uz prisustvo specijaliste anesteziologije, subspecijaliste medicine bola, medicinske sestre/tehničara i RTG tehničara. Uz

specijalistu koji izvodi proceduru, u operacionoj sali mogu biti prisutni i klinički lekari, lekari na specijalizaciji iz anesteziologije, kao i lekari na subspecijalizaciji iz medicine bola.

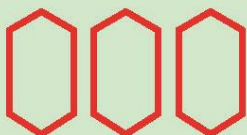
Pre zakazivanja procedure pacijent se pregleda u Ambulanti za terapiju hroničnog bola. Na osnovu anamneze, fizikalnog pregleda i dostupne medicinske dokumentacije, uključujući rezultate radioloških i drugih dopunskih dijagnostičkih metoda, postavlja se indikacija za epiduralnu adheziolizu.

## **RADIOFREKVENTNA ABLACIJA PERIFERNIH NERAVA**

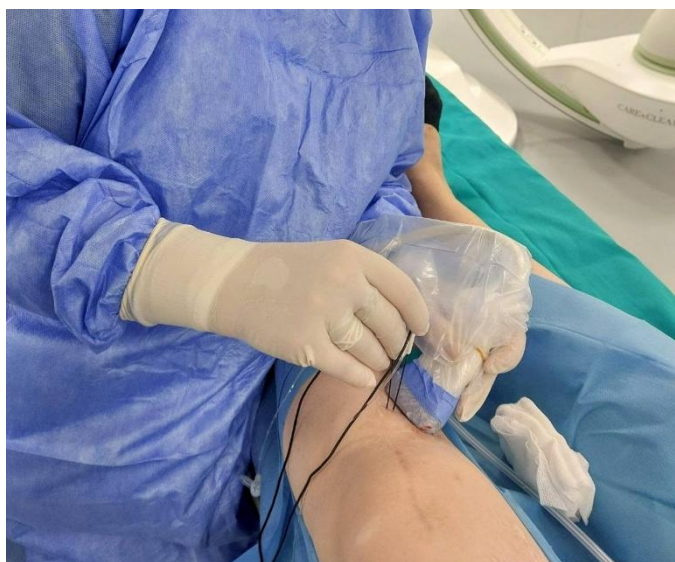
*Klinika za anesteziju, intenzivnu terapiju i terapiju bola*

*Dr Jasmina Pejaković, Dr Velemir Mačar, Dr Suzana Milićević Tonković, Dr Aleksandra Lazukić, Dr Vladimir Vrsajkov*

U sklopu Klinike za anesteziju i intenzivnu terapiju i terapiju hroničnog bola, nekoliko decenija postoji i Odsek za tretman hroničnog bola i Ambulanta za tretman hroničnog bola koja radi u sklopu Poliklinike sa UKCV. Zaposleni na ovom odseku su lekari specijalisti anesteziologije sa reanimatologijom, subspecijalisti medicine bola. Ambulanta svakodnevno zbrinjava veliki broj pacijenata koji pate od različitih oblika hroničnog bola. Svakodnevno, radi i Dnevna anesteziološka bolnica, u kojoj se sprovode različite vrste blokada



perifernih nerava, u skladu sa indikacijama pacijenata. Unazad godinu dana u UKCV je započeto sprovođenje i nove procedure u okviru tretmana hroničnog bola - RADIOFREKVENTNE ABLACIJE PERIFERNIH NERAVA.

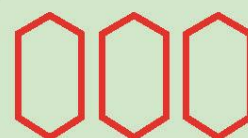


Radiofrekventna ablacija (RFA) predstavlja savremenu, minimalno invazivnu proceduru koja donosi olakšanje pacijentima sa hroničnim bolnim stanjima. To je precizna, minimalno invazivna procedura koja se koristi za lečenje određenih oblika hroničnog bola. Namenjena je osobama koji se suočavaju sa bolom u kičmi, vratu, zglobovima ili nakon određenih hirurških intervencija, a kada standardne procedure u terapiji bola ne pomažu. Sama intervencija traje relativno kratko, a zahvaljujući savremenoj tehnologiji i iskustvu lekarskog tima, postupak je bezbedan, efikasan i dobro podnošljiv. Ova procedura funkcioniše tako što se pomoću precizno usmerenih radiofrekventnih talasa selektivno deaktiviraju mali nervni ogranci odgovorni za prenos bola. Najčešće indikacije za

RFA su: bol u fasetnim zglobovima kičme (vrat, leđa, slabinski deo), neki oblici bolnih stanja zglobova (kolena, ramena, kukova), sakroilijačna bol, neuralgije i neuropatska bol. Pre samog zahvata, pacijent se tretira prema protokolima dnevne bolnice.

Da li je procedura bolna? Većina pacijenata oseća minimalnu nelagodnost tokom zahvata, a zahvaljujući lokalnoj anesteziji, RFA se smatra dobro podnošljivom procedurom. Tokom procedure nije potrebna opšta anestezija, u većini slučajeva koristi se lokalna anestezija ili blaga sedacija, po potrebi i dogovoru sa lekarom. Pacijent je budan i može komunicirati tokom intervencije.

Procedura se precizno navodi, pod kontrolom fluoroskopije (RTG u realnom vremenu) ili ultrazvuka, lekar precizno postavlja specijalno dizajiranu iglu za radiofrekventnu ablaciju do tačno određene tačke – nerva koji prenosi bolne signale. Sve se radi uz maksimalnu preciznost, kako bi se postigao terapijski efekat bez oštećenja okolnog tkiva.



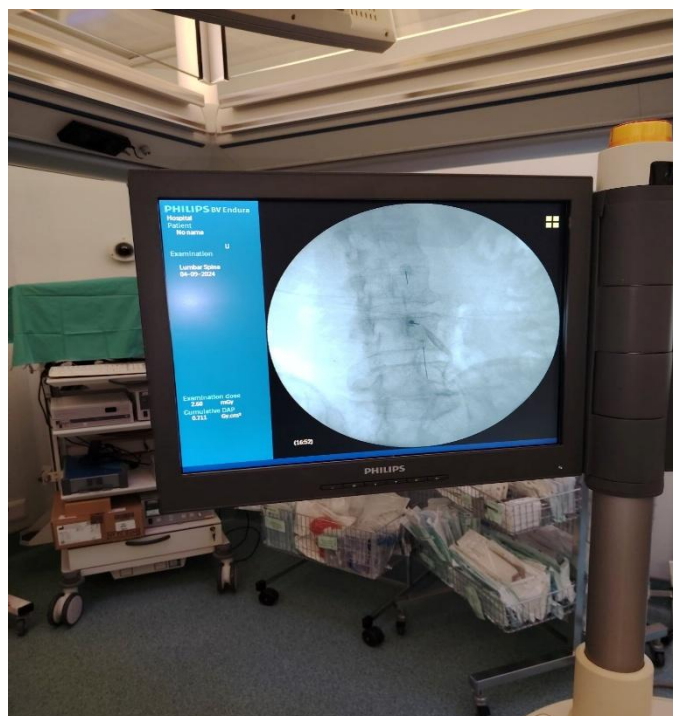
Pre nego što se primeni terapijska radiofrekventna energija, sprovodi se test senzorne stimulacije. Na taj način lekar proverava da li se nalazi na pravom mestu – pacijent tada može osetiti blagu nelagodnost ili „ poznati bol“, što potvrđuje ispravnu poziciju. Nakon toga se sprovodi test motoičke stimulacije kojim se dodatno potvrđuje željena pozicija.



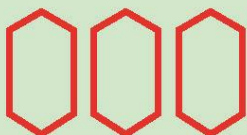
Nakon testiranja, kroz vrh igle se sprovodi kontrolisana radiofrekventna struja. Energija zagreva mali deo nervnog tkiva (najčešće na 80 °C u trajanju od 60 do 90 sekundi), čime se privremeno prekida sposobnost tog nerva da prenosi bolne impulse. Postupak ablacije se ponavlja više puta, a broj tačaka zavisi od lokalizacije koju tretiramo. Efekat RFA varira od pacijenta do pacijenta, ali najčešće traje od 6 meseci do preko godinu dana.

Kod nekih osoba, bol se ne vraća ni nakon više godina. Po potrebi, procedura se može ponoviti.

Nakon procedure pacijent ostaje pod kraćim nadzorom (obično 1 do 2 sata), a zatim se otpušta kući, uz pratnju druge osobe. Većina pacijenata se vraća svakodnevnim aktivnostima u roku 24 do 48 sati. Potpuni terapijski efekat se često razvija postepeno, u toku nekoliko dana do nekoliko nedelja.



Ko je kandidat za radiofrekventnu ablaciju? Radiofrekventna ablacija je opcija lečenja za pacijente koji su iskusili uspešno ublažavanje bolova nakon prethodno sprovedene dijagnostičke blokade. Primena terapije radiofrekventnom ablacijom velika je pomoć pacijentima koji su na listi čekanja za operaciju kolena, kuka, pacijentima koji zbog pridruženih bolesti nisu kandidati za operativno lečenje, ali i pacijentima koji nemaju



indikaciju za operaciju, ali kao osnovni simptom imaju bol.

Zašto radiofrekventna ablacija?

Prednosti radiofrekventne ablacije uključuju: izbegavanje operacije, značajno ublažavanje bolova do momenta operacije, minimalno vremena oporavka, smanjenu upotrebu za lekovima protiv bolova, bolju funkcionalnost i brži povratak na posao i druge aktivnosti.

Uvođenjem ovako savremene procedure, UKCV se svrstava u red najeminentnijih centara za lečenje hroničnog bola.



Klinika za anesteziju i intenzivnu terapiju sa svojim Odeseom za tretman bola i sjajnim timom stručnjaka, po načinu organizacije, broju lekara subspecijalista, svakodnevnom radom Ambulante za tretman hroničnog bola, kao i svakodnevnom organizacijom dnevne bolnice je ubedljivo na prvom mestu u Republici Srbiji.

## MEHANIČKA TROMBEKTOMIJA U PRODUŽENOM VREMENSKOM PROZORU

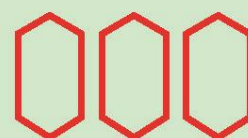
Željko Živanović<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Klinika za neurologiju, Univerzitetski klinički centar Vojvodine, Novi Sad

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet, Novi Sad

### Uvod

Mehanička trombektomija (MT) predstavlja jedno od najznačajnijih dostignuća moderne vaskularne neurologije i terapijsku metodu koja je fundamentalno promenila prirodni tok teškog akutnog ishemijskog moždanog udara (AIMU) usled okluzije velikog krvnog suda (*large vessel occlusion* – LVO). Prva iskustva sa endovaskularnim lečenjem nastala su iz intraarterijske trombolize i razvoja tehnologija u interventnoj kardiologiji, što je otvorilo mogućnost mehaničkog uklanjanja tromba kao potencijalno efikasnijeg modaliteta rekanalizacije. [1,2] Iako je rana generacija uređaja omogućila tehnički uspešnu rekanalizaciju u značajnom broju slučajeva, klinička korist je izostala — komplikacije su bile relativno česte, a funkcionalni ishod pacijenata nije bio bolji od standardne medicinske terapije. Zbog toga su prva randomizovana ispitivanja MT, zasnovana na starijim tehnološkim rešenjima i nedovoljno definisanim kriterijumima selekcije, dala pretežno negativne rezultate (IMS III, SYNTHESIS



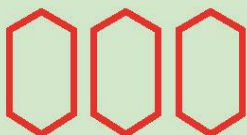
Expansion, MR RESCUE) [3–5], što je inicijalno ograničilo širu primenu ove metode.

Drugi veliki preokret nastao je pojavom stent-retriever tehnologije, koja je omogućila brže, sigurnije i potpunije uklanjanje tromba. U periodu od 2014. do 2015. godine objavljeno je šest velikih randomizovanih kliničkih studija – MR CLEAN, ESCAPE, EXTEND-IA, SWIFT PRIME, REVASCAT i THRACE – koje su ispitivale primenu MT u terapijskom prozoru do 6–8 sati, sa ili bez prethodne intravenske trombolize (IVT). [6–11] Rezultati ovih ispitivanja bili su toliko ubedljivi da je nekoliko studija prekinuto ranije nakon intermedijarnih analiza: MT je značajno povećala stopu uspešne rekanalizacije (najčešće >70–80%), kao i verovatnoću povoljnog funkcionalnog ishoda (mRS 0–2 kod 40–50% pacijenata). Broj pacijenata koji je potrebno lečiti (*number needed to treat* – NNT) da bi se postigao jedan dodatni povoljan ishod iznosio je manje od tri, što predstavlja rezultat izuzetne kliničke vrednosti. [12,13] Metaanaliza HERMES konzorcijuma dodatno je potvrdila efikasnost MT, uključujući i pacijente starije životne dobi, one sa kontraindikacijama za IVT, kao i one tretirane relativno kasnije u okviru ranog prozora. [12] Ova metaanaliza dodatno je pokazala da se terapijski benefit MT zadržava i kod pacijenata tretiranih kasnije od tradicionalnih šest sati, pri čemu je medijana vremena od početka simptoma do reperfuzije iznosila 7,3 sata, jasno potvrđujući da efektivni terapijski prozor može biti duži od 7 sati.

Iako se primena MT u prvih šest sati od nastanka simptoma nametnula kao standard zbrinjavanja za LVO u prednjoj cirkulaciji, postavljalo se pitanje da li se benefit može proširiti i na pacijente koji se javljaju kasnije, ali imaju povoljne fiziološke i radiološke karakteristike. Klinička zapažanja o heterogenosti progresije ishemijskog oštećenja, zajedno sa razvojem naprednih modaliteta neuroimidžinga, ukazala su da postoji grupa tzv. „sporih progresora” kod kojih infarktno jezgro raste znatno sporije, uz očuvanu penumbriu i dobre kolaterale. [14,15] Ova hipoteza bila je polazna osnova za ispitivanja u produženom vremenskom prozoru (6–24 sati, a kasnije i >24h), koja su u narednim godinama redefinisala granice reperfuzione terapije i postavila novu paradigmu zasnovanu na konceptu *tissue over time*, koja potencira biološki, a ne vremenski terapijski prozor.

### **Patofiziološka osnova produženog vremenskog prozora**

Razumevanje dinamike ishemijskog oštećenja i koncepta moždane penumbrie predstavljaju osnov za proširenje terapijskog prozora MT izvan klasičnih šest sati. Akutna cerebralna ishemija je proces u kojem se formira centralno infarktno jezgro okruženo zonom metabolički kompromitovanog, ali potencijalno reverzibilnog tkiva – penumbrom. [14,15] Sudbina penumbrie zavisi od nivoa perfuzije i efikasnosti kolateralne cirkulacije, a ne samo od proteklog vremena od početka simptoma.



Ključni koncept koji je omogućio razumevanje produženog prozora jeste činjenica da progresija ishemijskog oštećenja nije uniformna. Neurovaskularna jedinica reaguje na ishemiju u skladu sa kvalitetom kolateralnog protoka, prethodnim vaskularnim statusom i individualnim anatomskim i metaboličkim karakteristikama. [16] Kod pacijenata sa dobro razvijenim leptomeningealnim kolateralama infarktno jezgro raste znatno sporije, jer kolaterale obezbeđuju minimalni, ali održavajući dotok krvi i kiseonika. Kod tzv. sporih progresora, infarktno jezgro se povećava manje od 3 ml na sat, što su pokazale perfuzione analize u studiji DEFUSE-2. [17] Nasuprot tome, kod pacijenata sa lošim kolateralama („brzi progresori“) infarktno jezgro može napredovati i >10–20 ml/h, što rezultira brzim gubitkom reverzibilnog tkiva. [17,18]

Ove razlike imaju ogroman klinički značaj: dok brzi progresori brzo gube penumbru, spori progresori mogu imati očuvanu penumbru i nakon 10–18 sati od početka simptoma, što ih čini potencijalnim kandidatima za reperfuziono lečenje u produženom vremenskom prozoru. [19] Napredni neuroimidžing (CT i MR perfuzija) je postao ključni alat u objektivizaciji ovih fizioloških razlika. Perfuzione mape omogućavaju razdvajanje jezgra i penumbre, određivanje volumetrijskog odnosa ova dva regiona i identifikaciju pacijenata sa očuvanim perfuzionim *mismatch*-om, nalazom koji ukazuje na postojanje značajne količine tkiva koje se može spasti. [14–16]

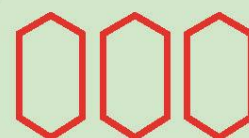
Upravo ova procena, a ne isključivo vreme, predstavljala je osnovu za selekciju pacijenata u pivotalnim studijama MT u produženom vremenskom prozoru.

Zahvaljujući razumevanju kolateralne fiziologije, kvantifikaciji rasta jezgra i napretku u perfuzionom imidžingu, postalo je jasno da vreme nije apsolutna granica reperfuzije, već da terapijska odluka treba biti zasnovana na „biologiji tkiva“, odnosno na konceptu „tkivo ispred vremena“ (*tissue over time*), te je ova paradigmatička promena postavila temelje savremenog pristupa MT u produženom vremenskom okviru.

### **Napredni neuroimidžing u selekciji pacijenata za mehaničku trombektomiju**

Napredni neuroimidžing ima ključnu ulogu u identifikaciji pacijenata koji imaju očuvanu moždanu penumbru i kod kojih reperfuziono lečenje može biti efikasno i u značajno produženom vremenskom prozoru. Za razliku od standardnog nativnog CT-a, koji pruža isključivo anatomske informacije, perfuzione tehnike (CTP i MR perfuzija) omogućavaju procenu hemodinamskih i metaboličkih parametara mozga, razdvajajući zone ireverzibilnog oštećenja od područja tkiva koje je funkcionalno ugroženo, ali potencijalno reverzibilno. [20]

CT perfuzija prevazilazi klasični anatomski prikaz i kvantifikuje fiziološke parametre moždane cirkulacije zasnovane na prolasku intravenskog kontrasta kroz mozak. Na osnovu ovih podataka



formiraju se kolor-kodirane mape koje prikazuju tri ključna parametra: cerebralni volumen krvi (*cerebral blood volume* – CBV), cerebralni protok krvi (*cerebral blood flow* – CBF) i vremenske perfuzione pokazatelje kao što su srednje vreme tranzita (*mean transit time* – MTT), vreme do vrha (*time to peak* – TTP) i, najvažnije, kašnjenje dolaska krvi (*Tmax*). Smanjeni CBV je visokospecifičan pokazatelj infarktne jezgre, dok smanjeni CBF (<30% u odnosu na kontralateralnu hemisferu) takođe pouzdano identifikuje zonu ireverzibilnog oštećenja. Produžen Tmax (>6 sekundi) označava područje hipoperfuzije koje obuhvata i jezgro i penumbri. [20,21]

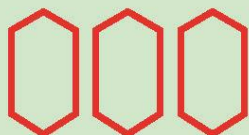
Centralni koncept je perfuzioni *mismatch* – nesklad između male zone jezgra (smanjen CBV ili CBF <30%) i veće zone hipoperfuzije definisane produženim Tmax-om. [20] Ovaj *mismatch* predstavlja direktan marker postojanja tkiva penumbre, odnosno tkiva koje se još uvek može spasiti, i glavni je kriterijum selekcije pacijenata u produženom vremenskom prozoru. Koncept „tkivnog prozora” (*tissue clock*) proistekao iz CTP-a naglašava da je reperfuzioni potencijal određen pre svega fiziološkim statusom mozga, a ne proteklom satima od početka simptoma.

Magnetna rezonanca, posebno difuziono-oteženo snimanje (*diffusion-weighted imaging* – DWI), predstavlja najosetljiviji modalitet za rano otkrivanje ishemijskog infarkta, često unutar nekoliko minuta od nastanka AIMU. [22] DWI prikazuje zone

restrikcije difuzije vode koje odgovaraju citotoksičnom edemu i čine infarktne jezgre. Sekvenca FLAIR, koja prikazuje vazogeni edem, obično postaje pozitivna tek nakon 4,5–6 sati. Kombinacija ove dve tehnike omogućava identifikaciju tzv. DWI–FLAIR *mismatch*-a, nalaza u kojem postoji DWI lezija bez odgovarajućeg FLAIR signala, što sugerise da je moždani udar nastao unutar prethodnih 4,5 sati. Ovaj nalaz predstavlja validni surogat „tkivnog sata” kod pacijenata sa nepoznatim vremenom nastanka simptoma, što je potvrđeno u WAKE-UP studiji, gde je korišćen kao kriterijum za primenu IVT. [22] MR perfuzija (MRP) koristi iste fiziološke parametre kao CTP (CBF, CBV, MTT, Tmax), sa često većom osetljivošću na rane promene u mikrocirkulaciji i boljom korelacijom sa metaboličkim statusom tkiva. [21,22] Kombinacija DWI i MRP omogućava izuzetno precizno razlikovanje jezgra i penumbre, što je posebno važno u selekciji pacijenata sa produženim ili nepoznatim terapijskim prozorom.

### **Ključne studije produženog terapijskog prozora: DAWN, DEFUSE-3**

Objavlivanjem studija DAWN i DEFUSE-3 2018. godine [23,24] došlo je do temeljne promene u pristupu reperfuzionom AIMU. Obe studije su pokazale da MT može obezbediti izrazitu kliničku korist i u vremenskom prozoru od 6 do 24 sata, ali samo kod pažljivo selektovanih pacijenata. Najznačajnija inovacija bila je uvođenje koncepta kliničko–radiološkog *mismatch*-a, koji podrazumeva



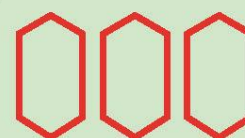
istovremenu procenu težine neurološkog deficita i volumena infarktnog jezgra i penumbre, procenjenih naprednim metodama neuroimidžinga, čime je tradicionalni model zasnovan isključivo na vremenu od početka simptoma postao sekundaran u odnosu na vitalnost moždanog tkiva.

DAWN (*DWI or CTP Assessment with Clinical Mismatch in the Triage of Wake-Up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention*) bila je multicentrična, randomizovana i kontrolisana studija koja je obuhvatila 206 pacijenata sa okluzijom intrakranijalne karotidne arterije (ACI) ili M1 segmenta srednje moždane arterije (ACM). [23] Pacijenti su bili uključeni u vremenskom intervalu od 6 do 24 sata od poslednjeg viđenja bez simptoma, ukoliko su imali minimalno ili umereno razvijeno infarktno jezgro (ASPECT skor  $\geq 6$ ) uz istovremeno prisutan težak neurološki deficit, što je omogućilo primenu koncepta kliničko–radiološkog *mismatch*-a. Kriterijumi selekcije zasnivali su se na kombinaciji starosti, početnog NIHSS skora i volumena jezgra. Bolesnici stariji od 80 godina morali su imati NIHSS  $\geq 10$  i infarktno jezgro  $< 21$  ml, dok su mlađi od 80 godina bili uključeni ukoliko su imali NIHSS  $\geq 10$  uz jezgro  $< 31$  ml ili NIHSS  $\geq 20$  ukoliko je jezgro iznosilo između 31 i 51 ml. Svi učesnici morali su imati premorbidni mRS 0–1.

Rezultati su bili izuzetno ubedljivi i doveli su do prevremenog prekida studije na osnovu pozitivne interim analize. Nakon 90 dana, povoljan funkcionalni ishod (mRS 0–2) postignut je kod 49%

pacijenata lečenih trombektomijom, u poređenju sa 13% u kontrolnoj grupi ( $p < 0,001$ ). Apsolutna razlika od 36% odgovarala je NNT od 2,8, što predstavlja jedan od najjačih terapijskih efekata ikada zabeleženih u neurologiji. Ordinalna analiza mRS takođe je pokazala statistički značajan pomak ka boljim ishodima u MT grupi ( $p < 0,001$ ). Bezbednosni profil bio je povoljan: stopa simptomatskog intracerebralnog krvarenja (sICH) nije se razlikovala između grupa (6% naspram 3%;  $p = 0,75$ ), a ni mortalitet nije pokazao statistički značajne razlike (19% prema 18%;  $p = 0,90$ ). Ovakvi rezultati potvrdili su da primena MT u kasnom terapijskom prozoru može biti efikasna bez povećanja rizika po bezbednost pacijenata. [23]

DEFUSE-3 (*Endovascular Therapy Following Imaging Evaluation for Ischemic Stroke*) je bila multicentrična, randomizovana, kontrolisana studija u kojoj su učestvovala ukupno 182 pacijenta sa okluzijom ACI ili proksimalnog M1 segmenta ACM. [24] Studija je obuhvatila bolesnike prezentovane u vremenskom intervalu od 6 do 16 sati od poslednjeg viđenja bez simptoma, a selekcija je zasnivana isključivo na perfuzionoj analizi primenom automatizovanog RAPID softvera. Uključeni su samo pacijenti sa infarktnim jezgrom manjim od 70 ml, očuvanom penumbrom od najmanje 15 ml i odnosom penumbra/jezgro  $\geq 1,8$ , uz neophodni ASPECTS  $\geq 6$ , što je omogućilo prepoznavanje bolesnika sa značajnim volumenom



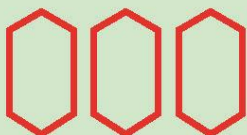
održivog moždanog tkiva nezavisno od proteklog vremena.

Rezultati DEFUSE-3 studije pokazali su da MT u ovom vremenskom okviru pruža izrazitu kliničku korist. Nakon 90 dana, povoljan funkcionalni ishod (mRS 0–2) postignut je kod 45% pacijenata u MT grupi, u poređenju sa 17% u kontrolnoj grupi, što je predstavljalo statistički značajnu razliku ( $p < 0,001$ ). Ordinalna analiza mRS dodatno je potvrdila jasan pomak ka boljim ishodima u korist MT ( $p < 0,001$ ). Bezbednosni profil bio je zadovoljavajući: incidencija sICH nije se značajno razlikovala između grupa (7% prema 4%;  $p = 0,75$ ), a iako je mortalitet bio numerički niži u MT grupi (14% prema 26%), razlika nije dostigla statističku značajnost ( $p = 0,05$ ). Kao i DAWN, i DEFUSE-3 je prekinuta pre planiranog završetka zbog jasno dokazanog terapijskog benefita u intervencijskoj grupi. [24]

Podaci iz velikih multicentričnih registara pružili su dragocene uvide u efikasnost i bezbednost mehaničke trombektomije u realnim kliničkim uslovima, potvrđujući da se rezultati randomizovanih studija uspešno reprodukuju u svakodnevnoj praksi. STRATIS (*Systematic Evaluation of Patients Treated With Neurothrombectomy Devices for Acute Ischemic Stroke*) registar pokazao je da pacijenti selektovani na osnovu perfuzione analize postižu visoke stope uspešne reperfuzije (TICI 2b–3 u preko 80% slučajeva) i povoljnog funkcionalnog ishoda na 90 dana. [25] Registar ETIS (*Endovascular Treatment*

*in Ischemic Stroke*) je potvrdio da je MT bezbedna i efikasna čak i u populacijama sa povećanim rizikom, uključujući starije pacijente, one sa multimorbiditetom ili u lošijem premorbidnom stanju. [26] Rezultati su pokazali i to da se funkcionalni ishod ne smanjuje značajno u kasnom prozoru ukoliko su kolaterale očuvane i inicijalno infarktno jezgro malo, čime je dodatno validiran koncept individualizovane, fiziologijom vođene selekcije. Podaci MR CLEAN (*Multicenter Randomized Clinical Trial of Endovascular Treatment for Acute Ischemic Stroke, observational arm*) registra demonstrirali su da se kliničke koristi primećene u randomizovanim studijama mogu postići i u rutinskoj praksi, čak i u bolnicama sa različitim nivoima iskustva i tehnoloških kapaciteta. [27] Ovaj registar obuhvatio je više od 1.600 pacijenata i pokazao da ranija reperfuzija, kvalitet kolaterala i niža inicijalna težina deficita ostaju najvažniji prediktori dobrog ishoda, potvrđujući da su ključni principi selekcije univerzalni i primenljivi u širokom spektru kliničkih okruženja.

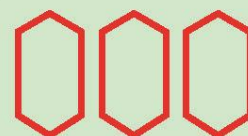
Važne uvide u selekciju pacijenata za MT u produženom terapijskom prozoru pružile su i velike metaanalize zasnovane na individualnim podacima pacijenata. Metaanaliza Kembela i saradnika iz 2019. godine obuhvatila je ukupno 1.764 bolesnika iz sedam randomizovanih studija i detaljno je procenila prognostičku ulogu perfuzione analize u AIMU. [28] Rezultati su pokazali da volumen infarktne jezgre predstavlja snažan i nezavisan



prediktor funkcionalnog oporavka (svaki porast jezgra za 10 ml smanjivao je verovatnoću postizanja funkcionalne nezavisnosti; OR 0,77 u CTP kohorti; OR 0,87 u DWI kohorti). Ipak, veličina jezgra nije umanjila terapijski efekat MT, čime je potvrđeno da perfuzioni parametri imaju prognostičku, ali ne i restriktivnu ulogu u odluci o endovaskularnom lečenju. Istraživanje je takođe naglasilo da kombinovanje volumena jezgra sa starošću i očekivanim vremenom do reperfuzije može unaprediti kliničku selekciju kandidata. Dodatnu potvrdu nalaza iz studija DAWN i DEFUSE-3 pružila je i metaanaliza AURORA [29], koja je objedinjavanjem podataka iz šest randomizovanih studija (uključujući DAWN i DEFUSE-3) potvrdila da MT obezbeđuje stabilnu i klinički značajnu korist u produženom terapijskom prozoru do 24 sata. U ovoj metaanalizi, koja je obuhvatila ukupno 505 pacijenata, MT je bila povezana sa značajno boljim funkcionalnim oporavkom, uz više nego dvostruko veće šanse za povoljnu distribuciju mRS rezultata (OR 2,42; 95% CI: 1,76–3,33;  $p < 0,0001$ ). Stopa funkcionalne nezavisnosti (mRS 0–2) bila je približno tri puta viša u intervencijskoj grupi nego u kontrolnoj (45,9% naspram 19,3%;  $p < 0,0001$ ), dok rizik od sICH nije bio povećan, a mortalitet je bio numerički niži u MT grupi. Posebno je značajan nalaz da terapijski efekat MT nije opadao ni u podgrupi pacijenata tretiranih između 12 i 24 sata, što dodatno potvrđuje postojanje „*slow-progressor*” fenotipa i naglašava da je održivost penumbre

važnija determinanta ishoda od proteklog vremena samo po sebi. AURORA je time pružila visok nivo dokaza da pažljivo selektovani pacijenti mogu imati izuzetnu korist od endovaskularne terapije i u veoma kasnim fazama ishemijskog procesa, čime je dodatno učvršćen koncept *tissue-based* selekcije za reperfuziju u produženom vremenskom prozoru. [29]

Kumulativni dokazi dobijeni iz studija DAWN i DEFUSE-3, potkrepljeni rezultatima multicentričnih registara i velikih metaanaliza zasnovanih na individualnim podacima pacijenata, stvorili su čvrst naučni temelj za redefinisavanje terapijskog pristupa u produženom vremenskom prozoru. Ovi rezultati ubrzano su integrisani u savremene smernice, koje su po prvi put sistematski uvele preporuke za MT do 24 sata kod pažljivo selektovanih pacijenata. Evropska organizacija za moždani udar (*European Stroke Organization* – ESO) u svojim preporukama iz 2019. godine daje snažnu, visokokvalitetnu preporuku za trombektomiju između 6 i 24 sata kod bolesnika koji ispunjavaju kriterijume DAWN ili DEFUSE-3 studije. [30] Slično tome, AHA/ASA smernice ažurirane 2019. godine takođe preporučuju primenu MT u vremenskom okviru od 6 do 24 sati kod pacijenata selektovanih na osnovu perfuzione analize ili kliničko–radiološkog *mismatch*-a definisanog ovim ključnim studijama (kvalitet dokaza I, nivo preporuke A). [31] Time je koncept *tissue-based* selekcije postao zvanični standard kliničke prakse i centralni element savremenog



algoritma zbrinjavanja pacijenata sa LVO u prednjoj cirkulaciji. Oba vodiča takođe naglašavaju da se MT u vremenskom prozoru 6–24 sati ne može razmatrati bez perfuzionog neuroimidžinga, odnosno da nije indikovana samo na osnovu nativnog CT pregleda mozga.

**Tabela 1 – Praktična selekcija pacijenata za mehaničku trombektomiju u produženom prozoru (u kliničkoj praksi)**

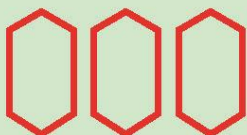
Vremenski prozor	Kriterijumi selekcije
6–16 (DEFUSE-3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okluzija intrakranijalne ACI ili M1 ACM</li> <li>• ASPECTS <math>\geq 6</math></li> <li>• Infarktno jezgro (CBF &lt;30%): &lt;70 ml</li> <li>• Penumbra (<math>T_{max} &gt; 6</math> s): <math>\geq 15</math> ml</li> <li>• Perfuzioni <i>mismatch</i>: <math>\geq 1,8</math></li> </ul>
16–24 (DAWN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Okluzija intrakranijalne ACI ili M1 ACM</li> <li>• ASPECTS <math>\geq 6</math></li> </ul> <p>Tri potkategorije radiološko-kliničkog <i>mismatch</i>-a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>\geq 80</math> godina <math>\rightarrow</math> infarktno jezgro &lt;21 ml + NIHSS <math>\geq 10</math></li> <li>2) &lt;80 godina, jezgro &lt;31 ml + NIHSS <math>\geq 10</math></li> </ol>

Vremenski prozor	Kriterijumi selekcije
	3) <80 godina, jezgro 31–51 ml + NIHSS $\geq 20$

### Mehanička trombektomija u prvih 24 č od nastanka simptoma kod pacijenata sa velikim infarktним jezgrom: novi dokazi i kliničke implikacije

Tradicionalno, bolesnici sa velikim infarktним jezgrom (>70 ml ili ASPECTS  $\leq 5$ ) smatrani su nepovoljnim kandidatima za MT, pre svega zbog ograničenog potencijala za oporavak i povećanog rizika od hemoragijskih komplikacija. Međutim, napredak u neuroimidžingu, automatizovanoj volumometriji i AI-baziranim softverima (RAPID, *e-Stroke*) omogućio je preciznije definisanje jezgra i penumbre, čime je otvoren prostor za promenu paradigme u pristupu ovoj populaciji. Tokom poslednjih nekoliko godina, nekoliko velikih randomizovanih studija pokazalo je da MT može obezbediti jasnu kliničku korist i kod pacijenata sa značajno većim početnim oštećenjem mozga nego što se ranije pretpostavljalo.

RESCUE–Japan LIMIT (*Randomized Evaluation of Stroke Therapy Using Clot Retrieval in Early Japanese Patients With Large Ischemic Cores*) bila je prva randomizovana kontrolisana studija koja je demonstrirala benefit MT kod pacijenata sa ASPECTS 3–5. [32] Uključila je 203 bolesnika sa



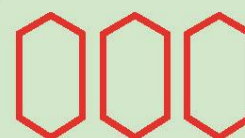
okluzijom ACI ili M1 segmenta ACM. Funkcionalna nezavisnost (mRS 0–3) nakon 90 dana postignuta je kod 31% pacijenata u MT grupi naspram 12,7% u kontrolnoj, uz značajno smanjenje mortaliteta (28% naspram 57%). Ovi rezultati prvi su jasno ukazali da i pacijenti sa većim infarktnim jezgrima mogu ostvariti kliničku korist od reperfuzije.

ANGEL–ASPECT (*Endovascular Therapy in Acute Anterior Circulation Large Vessel Occlusion Patients With Large Ischemic Regions*) dodatno je proširila ove nalaze, uključujući bolesnike sa ASPECTS 3–5 ili volumetrijski definisanim infarktnim jezgrima 70–100 ml. [33] U MT grupi 47% pacijenata je postiglo povoljan ishod (mRS 0–3), naspram 33% u grupi optimalne medicinske terapije. Iako je zabeležen nešto viši rizik sICH (6,1% naspram 2,7%), ukupni balans koristi jasno je favorizovao MT.

SELECT2 (*A Randomized Controlled Trial to Optimize Patient's Selection for Endovascular Treatment*), međunarodna multicentrična studija, uključila je bolesnike sa ASPECTS 3–5 ili volumetrijom jezgra  $\geq 50$  ml procenjenom automatizovanim softverom. [34] Rezultati su pokazali da 20% MT bolesnika postiže funkcionalnu nezavisnost (mRS 0–2), u poređenju sa samo 7% kontrolnih. Razlika u mortalitetu bila je u korist MT, bez statistički značajnog porasta sICH, što je dodatno potvrdilo bezbednost intervencije i u ovoj populaciji.

Preliminarni rezultati TENSION studije (*Thrombectomy for Emergent Salvage of Large Ischemic Neurons*), objavljeni 2024. godine, takođe su ukazali na jasnu korist trombektomije kod pacijenata sa ASPECTS 3–5 u prvih 12 sati. [35] Studija je pokazala višu stopu funkcionalne nezavisnosti u MT grupi, bez povećanja hemoragijskih komplikacija i uz povoljan odnos koristi i rizika.

Najobuhvatniju analizu do sada predstavlja ATLAS metaanaliza (*Analysis of Mechanical Thrombectomy for Large-Core Ischemic Stroke*), predstavljena na Svetskom kongresu o moždanom udaru 2025. godine. [36] Objedinjujući dostupne podatke iz RKS, ATLAS je pokazao da je MT kod pacijenata sa velikim infarktnim jezgrima povezana sa značajno boljim funkcionalnim ishodom (aGenOR 1,63; 95% CI 1,42–1,87) i gotovo tri puta većim izgledima za funkcionalnu nezavisnost (19,5% naspram 7,5% u kontrolnoj grupi). Iako je stopa sICH bila nešto viša, ukupna smrtnost bila je značajno niža u MT grupi, što ukazuje na stabilan i klinički relevantan terapijski benefit. Posebno je značajan nalaz da je korist postojala i kod ekstremno velikih jezgara, sve do 150 ml — što predstavlja dosad najšire definisan prag u randomizovanim studijama. Rezultati su bili konzistentni u svim ključnim podgrupama, uključujući starije pacijente, različite lokalizacije okluzija i sve vremenske intervale, uključujući 6–24 sata.



Zajednički zaključak ovih studija jeste da veliko infarktno jezgro više ne treba da predstavlja apsolutnu kontraindikaciju za MT. Umesto toga, ono predstavlja dijagnostičko–terapijski izazov koji zahteva individualizovanu, fiziologijom vođenu selekciju pacijenata, sa osloncem na napredni imidžing i automatizovanu volumometriju. Uprkos nešto većem riziku od hemoragijskih komplikacija, ukupni funkcionalni ishod i preživljavanje ostaju bolji kod pacijenata lečenih MT u poređenju sa konzervativnim pristupom.

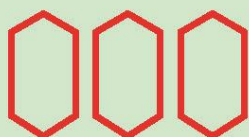
### **Mehanička trombektomija u produženom vremenskom prozoru kod distalnih okluzija u prednjem slivu**

Okluzije M2 segmenta ACM dugo su predstavljale terapijsku „sivu zonu” u endovaskularnoj neurologiji. Iako klinički često uzrokuju značajan neurološki deficit, njihova distalnija lokalizacija i manji kalibar grana čine intervenciju tehnički zahtevnijom i potencijalno rizičnijom. Rani dokazi poticali su uglavnom iz analiza podskupina ranijih RKS studija, a HERMES metaanaliza je pokazala numerički bolji ishod kod M2 okluzija tretiranih MT, ali bez statističke značajnosti i uz široke intervale pouzdanosti zbog heterogene populacije (proksimalne spram distalnije M2 grane, dominantne spram nedominantne grane). [37]

Dve nove velike randomizovane studije iz 2025. godine (DISTAL i ESCAPE-MeVO) po prvi put su sistematski i primarno ispitali efekat endovaskularnog tretmana u populaciji sa

okluzijama srednjih i distalnih arterija (M2, M3 segment ACM, ACA), uključujući i značajan broj M2 okluzija. [38,39] U DISTAL (*Endovascular Treatment for Stroke Due to Occlusion of Medium or Distal Vessels*) studiji, gde je prema protokolu dozvoljavano uključivanje pacijenata unutar 24 č od nastanka simptoma AIMU, nije pokazano poboljšanje funkcionalnog ishoda primenom MT uz optimalnu medicinsku terapiju, uz raspodelu mRS nakon 90 dana koja je bila gotovo identična kontrolnoj grupi. [38] Studija ESCAPE-MeVO (*Endovascular Treatment of Stroke Due to Medium-Vessel Occlusion*) je potvrdila ove nalaze: endovaskularni tretman nije vodio boljoj funkcionalnoj nezavisnosti, a bio je povezan sa većom učestalošću ozbiljnih neželjenih događaja, uključujući sICH. [39]

Iako pojedine *post hoc* analize sugerišu mogućnost koristi u usko definisanim podgrupama (pre svega kod okluzije dominantne M2 grane, izraženog neurološkog deficita i prisutnog perfuzionog *mismatch-a*), ovi podaci nisu dovoljni da podrže rutinsku primenu MT. [37] Na osnovu trenutnog nivoa dokaza, MT kod izolovanih M2 okluzija ne treba da bude standard terapije. Intervencija se može razmotriti samo kod pažljivo selektovanih bolesnika, u centrima sa visokim tehničkim iskustvom i idealno u okviru istraživačkih protokola. U svakodnevnoj kliničkoj praksi odluka mora biti individualizovana, timska i zasnovana na proceni odnosa koristi i rizika, a ne na rutinskim algoritmima.



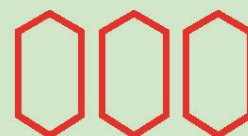
## Mehanička trombektomija kod okluzije bazilarne arterije

Okluzija bazilarne arterije (*basilar artery occlusion* – BAO) čini svega 1–2% svih AIMU, ali je praćena izuzetno visokom smrtnošću i teškim invaliditetom. [40] Uprkos dugogodišnjem kliničkom iskustvu, kvalitet dokaza za reperfuzioni tretman u posteriornoj cirkulaciji decenijama je bio ograničen, ponajviše zbog retkosti stanja i etičkih izazova randomizacije. Podaci su dobijani uglavnom iz opservacionih studija, dok su preporuke za IVT i MT dugo počivale na ekspertskom mišljenju. [30,31] Objavlivanjem novih randomizovanih studija između 2020. i 2023. godine ova oblast je konačno dobila visokokvalitetne dokaze, koji sada omogućavaju znatno sigurnije donošenje terapijskih odluka.

Prve randomizovane studije nisu pokazale statistički značajnu korist MT u odnosu na BMT kod BAO. [41,42] Za razliku od njih, ATTENTION je obezbedila ključan preokret: u prozoru do 12 sati, a naročito u prvih 6 č, dobar funkcionalni ishod postignut je kod 46% bolesnika u MT grupi naspram 23% u kontrolnoj. Strogi imidžing kriterijumi (*pc-ASPECTS*  $\geq 6-8$  prema starosti) poboljšali su selekciju i doprineli jasno izraženom terapijskom efektu. [41] Multicentrična randomizovana klinička studija sprovedena u Kini (BAOCHE) uključila je selektovane bolesnike sa očuvanom penumbrom i bez opsežnih početnih infarkta, uz početni NIHSS  $\geq 10$ . [42] Reperfuzija postignuta u MT grupi bila je

izuzetno visoka (TICI  $\geq 2b$  u 88%), a klinički ishodi su jasno favorizovali intervenciju. Povoljan ishod (mRS 0–3) ostvaren je u 46% naspram 24% u BMT grupi ( $p < 0,001$ ), dok je funkcionalna nezavisnost (mRS 0–2) bila gotovo trostruko češća. Iako je sICH bila nešto učestalija nakon MT, to se nije odrazilo na mortalitet, koji je bio numerički niži u intervencijskoj grupi. Studija je prekinuta ranije zbog izrazite efikasnosti. U obe ove studije (ATTENTION i BAOACHE), zabeležen je određeni rizik pristrasnosti zbog nemogućnosti maskiranja intervencije, povremenih odstupanja od plana lečenja i konzistentno male zastupljenosti IVT, što utiče na generalizaciju nalaza. Ipak, metaanaliza podataka iz ovih studija pokazala je značajno veću verovatnoću postizanja mRS 0–3 nakon MT u odnosu na BMT (RR 1,90; 95% CI 1,41–2,57), bez heterogenosti. [45]

Efikasnost reperfuzione terapije kod BAO značajno varira u odnosu na težinu neurološkog deficita, prisustvo kome i nivo okluzije (proksimalna, srednja, distalna), što je detaljno analizirano u metaanalizi koju je sprovedla radna grupa ESO. [45] Četiri randomizovane studije su procenjivale uticaj početnog NIHSS skora. U studiji BEST, efekat MT bio je sličan u podgrupama različite težine ( $p=0,79$ ). [41] U ATTENTION studiji, korist MT bila je veća kod težih bolesnika (NIHSS  $\geq 20$ ). [43] Studija BASICS je pokazala da MT nema koristi kod NIHSS  $< 10$ , ali postoji jasna korist kod NIHSS 10–19. [42] BAOACHE studija je pokazala sličan benefit MT u

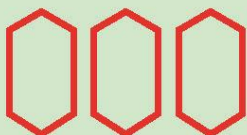


širokom opsegu NIHSS vrednosti ( $\geq 6$ ), pod uslovom da ne postoje opsežne ishemijske lezije. [44] Kombinovana analiza BASICS i BAOCHE podataka za NIHSS  $< 10$  potvrdila je da MT u ovoj podgrupi ne donosi korist i nosi veći rizik od sICH. Podaci iz velikih registara [45] takođe ukazuju da EVT ima smisla gotovo isključivo kod NIHSS  $\geq 10$ , dok kod blagih formi nema dokazane koristi. Kod pacijenata sa komom, MT može biti opravdana, ali je ishod značajno lošiji i snažno zavisi od opsega ranih ishemijskih promena. Topografija okluzije takođe modifikuje efekat: okluzija proksimalnog i srednjeg segmenta bazilarne arterije imaju veći benefit od MT, dok distalnog (*top-of-basilar*) često daju blaži deficit i manji infarktni volumen, zbog čega se u tim slučajevima IVT češće razmatra kao primarni modalitet [45] Sastav BMT-a značajno utiče na relativni efekat MT. U studijama sa visokom primenom IVT [42] razlika između MT i BMT se smanjuje, dok u studijama sa minimalnom upotrebom IVT [41,43,44] MT pokazuje izrazitije efekte. Postojeći dokazi podržavaju koncept da je kombinovana terapija (IVT + MT) superiorna u prvih 4,5 č kada nisu prisutne kontraindikacije. Sveukupno, kombinacija podataka iz randomizovanih studija i metaanaliza jasno ukazuje da MT kod BAO donosi korist u produženom vremenskom prozoru (6–24 č) gotovo isključivo kod pacijenata sa težim neurološkim deficitom (NIHSS  $\geq 10$ ), dok se kod NIHSS  $< 10$  ne pokazuje efikasnijom od optimalne medicinske terapije i

povećava rizik od komplikacija. Prisustvo kome nije apsolutna kontraindikacija, ali ograničava očekivani benefit i zahteva striktno zasnovanu individualnu odluku.

Procena obima ishemijskih promena u zadnjoj cirkulaciji predstavlja ključni element u odlučivanju o reperfuzionoj terapiji kod BAO, pri čemu je pc-ASPECTS najpouzdaniji dostupni alat. [46] Niže vrednosti pc-ASPECTS-a dosledno korelišu sa većim infarktnim volumenom, mortalitetom i slabijim funkcionalnim ishodom, što je potvrđeno u svim relevantnim RCT-ovima [42–44] koji su uglavnom uključivali bolesnike sa pc-ASPECTS  $\geq 7$ , dok su pacijenti sa bilateralnim ili difuznim moždanostabilnim lezijama (pc-ASPECTS  $\leq 6$ ) bili retko zastupljeni ili potpuno isključeni. Opservacione serije takođe potvrđuju izrazito lošu prognozu pri pc-ASPECTS  $\leq 6$ . [40] Za razliku od prednje cirkulacije, perfuzioni parametri (CTP/MRP *core*–penumbra modeli) i kolateralni skorovi nisu validirani kao kriterijumi selekcije kod BAO. Stoga pc-ASPECTS ostaje centralni kriterijum za donošenje terapijskih odluka.

Sledeći ovakve zaključke, prema preporukama ESO vodiča MT je indikovana kod BAO u prvih 24 č od nastanka simptoma. Ipak, u produženom prozoru od 6 do 24 sata, MT se preporučuje samo kod bolesnika sa NIHSS  $\geq 10$  i relativno očuvanim moždanim parenhimom, što podrazumeva pc-ASPECTS  $\geq 7$ . Pacijenti sa nižim NIHSS skorom ( $< 10$ ) ili sa značajno smanjenim pc-ASPECTS skorom ne



pokazuju benefit od trombektomije, a imaju i veći rizik od komplikacija.

### **Mehanička trombektomija nakon 24 č od nastanka simptoma**

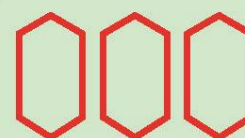
Koncept reperfuzije vođene isključivo vremenom sve više se napušta u korist *tissue-based* selekcije zasnovane na očuvanoj penumbri i fenotipu sporog progresora. Uprkos tome, primena MT nakon 24 sata od poslednjeg viđenja bez simptoma ostaje kontroverzna oblast, jer je kvalitet dokaza znatno slabiji u odnosu na interval od 6–24 sata. Randomizovanih studija koje bi direktno ispitivale MT u ovom vremenskom okviru nema, ali su se tokom poslednjih godina pojavili ohrabrujući podaci iz više registara i multicentričnih opservacionih serija.

Najveći izvor *real-world* podataka dolazi iz SELECT Late [47], STAR [48], TRACK-LVO [49] i drugih registara, koji su dosledno pokazali da oko 10–20% pažljivo selektovanih pacijenata i nakon 24 sata ima održano moždano tkivo, povoljan perfuzioni *mismatch* i nisko infarktno jezgro procenjeno CT perfuzijom, MR-DWI/FLAIR *mismatch*-om ili naprednim AI softverima. U ovim populacijama MT je bila povezana sa boljom ordinalnom distribucijom mRS, višom stopom funkcionalne nezavisnosti i nižim mortalitetom, uz prihvatljiv rizik sICH. Ipak, heterogenost metodologije i selekcije pacijenata čini da ovi rezultati ne mogu biti osnova za snažne preporuke.

Najpouzdaniji podaci potiču iz metaanaliza opservacionih studija, koje ukazuju da je MT kod izabranih pacijenata >24 č povezana sa povoljnim ishodima, posebno kod malog infarktnog jezgra (<50 ml), dobrih kolaterala i visokog NIHSS na prijemu. [50] Zaključno, MT nakon 24 sata nije standardna terapija, ali može predstavljati smislenu opciju za mali broj izuzetno dobro odabranih bolesnika. Eventualnu odluku treba donositi timski, uz integraciju kliničkih podataka, volumena jezgra, perfuzione analize i kolateralnog statusa, s obzirom na odsustvo randomizovanih kliničkih studija u ovom vremenskom prozoru. U praksi, ključ ostaje precizna identifikacija sporih progresora uz potvrđeno očuvano moždano tkivo, što zahteva visoku dijagnostičku tačnost i adekvatnu organizaciju zbrinjavanja.

### **Diskusija**

Mehanička trombektomija je u poslednjoj deceniji redefinisala lečenje AIMU usled LVO, a savremeni dokazi jasno pokazuju da njena korist nije striktno ograničena klasičnim vremenskim prozorom. Razumevanje patofiziologije penumbre, heterogenosti rasta infarktnog jezgra i uloge kolateralne cirkulacije dovelo je do pomeranja paradigme sa *time-based* na *tissue-based* selekciju, u kojoj je vitalnost moždanog tkiva ključni determinant terapijske odluke. Pivotalne studije DAWN i DEFUSE-3 uvele su kliničko–radiološki *mismatch* kao osnovni princip selekcije i nepobitno



potvrdile da pažljivo odabrani pacijenti mogu imati izraziti benefit od MT do 24 sata od poslednjeg viđenja bez simptoma. [23,24] Ovi nalazi, potkrepljeni registrima i metaanalizama, postali su temelj savremenih smernica i rutinske kliničke prakse.

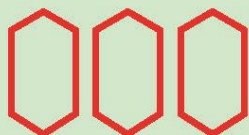
U isto vreme, nova randomizovana ispitivanja proširila su indikacije i na pacijente sa velikim infarktним jezgrom u prva 24 sata, pokazujući da *large core* više ne predstavlja apsolutnu kontraindikaciju, već zahtev za strogo individualizovanom, imidžing-vođenom procenom koristi i rizika. [32-36] Nasuprot tome, kod distalnih (MeVO) okluzija, naročito izolovanih M2 lezija, najnovije RKS nisu potvrdile rutinsku korist trombektomije, pa odluka ostaje rezervisana za retke, jasno onesposobljavajuće i fiziološki povoljne slučajeve. [37-39] U posteriornoj cirkulaciji, naročito kod okluzije bazilarne arterije, novije studije napokon su obezbedile visokokvalitetne dokaze da MT do 24 sata može značajno poboljšati ishod, ali uz naglašenu potrebu za selekcijom prema težini deficita (NIHSS  $\geq 10$ ) i očuvanoj strukturi zadnjeg sliva (pc-ASPECTS  $\geq 7$ ). [43-45] Konačno, iako podaci za prozor >24 sata ostaju opservacioni i heterogeni, oni sugerišu da mali broj „sporih progresora” sa očuvanom penumbrom može imati korist i u ovom ekstremno kasnom periodu, što predstavlja važan pravac budućih istraživanja.

Sveukupno, savremena endovaskularna terapija ulazi u fazu precizne medicine: terapijski prozor se

ne određuje satima, već biologijom ishemijskog procesa, naprednim neuroimidžingom i individualnim profilom pacijenta. Dalji napredak zahteva standardizaciju kriterijuma selekcije u različitim podgrupama (*large core*, MeVO, BAO, >24 h), validaciju novih imidžing i AI alata, kao i randomizovane studije u još uvek nedovoljno istraženim vremenskim i etiološkim okvirima. U takvom kontekstu, ključni izazov i cilj ostaje isti: pravovremeno prepoznati pacijente sa održivim moždanim tkivom i obezbediti im reperfuziju koja donosi maksimalnu funkcionalnu korist uz prihvatljiv rizik.

### **Zaključak**

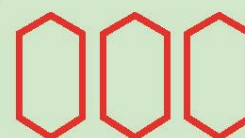
Prema preporukama aktuelnih vodiča evropskog (ESO) i američkog (AHA/ASA) udruženja za moždani udar [30,31,45], u produženom vremenskom prozoru (do 24 č od nastanka simptoma), MT je jasno indikovana kod pacijenata sa okluzijom proksimalnih intrakranijalnih arterija (ACI, M1 segment ACM i AB), poštujući pre svega koncept kliničko-radiološkog neslaganja. Naime, kada je u pitanju LVO, u prednjem slivu neophodno je držati se kriterijuma studija DEFUSE 3 i DAWN (ASPECT skor  $\geq 6$ , malo jezgro infarkta, značajan NIHSS skor). [23,24] Kod okluzije AB takođe je značajno ovo pravilo, što u praksi znači NIHSS skor  $\geq 10$  i pc-ASPECT skor  $\geq 7$ . [45] Kada su u pitanju pacijenti sa većim jezgrom infarkta (ASPECT skor <6) postoje ohrabrujući podaci velikih randomizovanih studija [32-36], ali ovi rezultati još



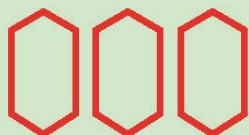
uvek nisu implementirani u vodiče dobre kliničke prakse. Za okluzije distalnijih arterija rezultati randomizovanih studija nisu pokazali jasnu korist MT [38,39], dok za tretman pacijenata nakon 24 č još uvek ne postoje randomizovane kliničke studije.

## Literatura

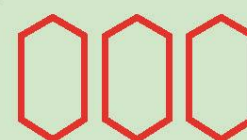
1. Furlan AJ, Higashida RT, Wechsler L, et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study. *N. Engl. J. Med.* 1999;340(23):1781–1787.
2. Mazighi M, Serfaty JM, Labreuche J, et al. Comparison of intravenous thrombolysis with combined intravenous and intra-arterial thrombolysis in acute ischemic stroke. *Stroke.* 2006;37(2):418–423.
3. Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM, et al. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. The IMS III trial. *N. Engl. J. Med.* 2013;368(10):893–903.
4. Ciccone A, Valvassori L, Nichelatti M, et al. Endovascular treatment for acute ischemic stroke. The SYNTHESIS Expansion trial. *N. Engl. J. Med.* 2013;368(10):904–913.
5. Kidwell CS, Jahan R, Gornbein J, et al. A trial of imaging selection and endovascular treatment for ischemic stroke. MR RESCUE. *N. Engl. J. Med.* 2013;368(10):914–923.
6. Berkhemer OA, Fransen PSS, Beumer D, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. MR CLEAN. *N. Engl. J. Med.* 2015;372(1):11–20.
7. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. ESCAPE. *N. Engl. J. Med.* 2015;372(11):1019–1030.
8. Campbell BCV, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. EXTEND-IA. *N. Engl. J. Med.* 2015;372(11):1009–1018.
9. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. SWIFT PRIME. *N. Engl. J. Med.* 2015;372(24):2285–2295.
10. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. REVASCAT. *N. Engl. J. Med.* 2015;372(24):2296–2306.
11. Bracard S, Ducrocq X, Mas JL, et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase vs. alteplase alone after stroke. THRACE. *Lancet Neurol.* 2016;15(11):1138–1147.
12. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-



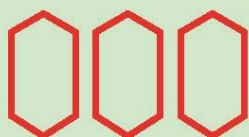
- vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. HERMES. *Lancet*. 2016;387(10029):1723–1731.
13. Saver JL, Jahan R, Levy EI, et al. Solitaire flow restoration device versus the Merci Retriever in patients with acute ischaemic stroke (SWIFT): a randomized, parallel-group trial. *Stroke*. 2016;47(1):188–195.
  14. Davis SM, Donnan GA, Parsons MW, et al. Effects of alteplase beyond 3 h after stroke in the EPITHET trial: a placebo-controlled, randomized trial. *Ann. Neurol*. 2008;58(3):467–477.
  15. Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, et al. Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion. *Ann. Neurol*. 2006;60(5):508–517.
  16. Olivot JM, Mlynash M, Thijs VN, et al. Geography, structure, and evolution of the ischemic penumbra. *Stroke*. 2009;40(8):2934–2939.
  17. Lansberg MG, Straka M, Kemp S, et al. MRI profile and response to endovascular reperfusion after stroke (DEFUSE 2). *Lancet Neurol*. 2012;11(10):860–867.
  18. Marks MP, Lansberg MG, Mlynash M, et al. Diffusion and perfusion MRI in acute stroke: the DEFUSE study. *Ann. Neurol*. 2005;58(3):508–517.
  19. Mlynash M, Lansberg MG, De Silva DA, et al. Refining the definition of the malignant profile: insights from DEFUSE 2. *Stroke*. 2011;42(5):1270–1275.
  20. Campbell BCV, Christensen S, Levi CR, et al. Comparison of computed tomography perfusion and magnetic resonance diffusion-perfusion mismatch in ischemic stroke. *Stroke*. 2012;43(10):2648–2653.
  21. Kidwell CS, Alger JR, Saver JL. Beyond mismatch: evolving paradigms in imaging the ischemic penumbra with multimodal MRI. *Stroke*. 2003;34(11):2729–2735.
  22. Thomalla G, Simonsen CZ, Boutitie F, et al. MRI-guided thrombolysis for stroke with unknown time of onset (WAKE-UP). *N. Engl. J. Med*. 2018;379(7):611–622.
  23. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, et al. Thrombectomy 6 to 24 hours after stroke with a mismatch between deficit and infarct (DAWN). *N. Engl. J. Med*. 2018;378(1):11–21.
  24. Albers GW, Marks MP, Kemp S, et al. Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging (DEFUSE 3). *N. Engl. J. Med*. 2018;378(8):708–718.
  25. Zaidat OO, Castonguay AC, Gupta R, et al. The STRATIS Registry: real-world experience with mechanical thrombectomy in stroke. *Stroke*. 2017;48(10):2764–2771.



26. Consoli A, Nannoni S, Rosi A, et al. Endovascular Treatment in Ischemic Stroke (ETIS) Registry: outcomes in extended time windows. *J. Neurointerv. Surg.* 2020;12(3):240–245.
27. Jansen IGH, Mulder MJHL, Goldhoorn RJB, et al. Endovascular treatment for acute ischaemic stroke in routine clinical practice: MR CLEAN Registry results. *Stroke.* 2019;50(8):2055–2062.
28. Campbell BCV, Majoie CBLM, Albers GW, et al. Penumbra imaging and functional outcome in anterior circulation ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient-level data. *Lancet Neurol.* 2019;18(1):46–55.
29. Jovin TG, Nogueira RG, Lansberg MG, et al. Thrombectomy for anterior circulation stroke beyond 6 h from time last known well (AURORA): a systematic review and individual patient-data meta-analysis. *Lancet.* 2022;399(10321):249–258.
30. Turc G, Bhogal P, Fischer U, et al. European Stroke Organisation (ESO)–European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy (ESMINT) guidelines on mechanical thrombectomy in acute ischaemic stroke. *Eur. Stroke J.* 2019;4(1):6–12.
31. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2019 Update to the 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2019;50(12):e344–e418.
32. Yoshimura S, Sakai N, Yamagami H, et al. Endovascular therapy for acute stroke with a large ischemic region. *N. Engl. J. Med.* 2022;386(14):1303–1313.
33. Huo X, Ma G, Tong X, et al. Endovascular therapy for acute ischemic stroke with large infarct core (ANGEL-ASPECT). *N. Engl. J. Med.* 2023;389(1):89–99.
34. Sarraj A, Hassan AE, Savitz SI, et al. Endovascular thrombectomy for large ischemic strokes: a randomized controlled SELECT2 trial. *N. Engl. J. Med.* 2023;388(20):1791–1802.
35. Bendszus M, Fiehler J, Subtil F, et al. Endovascular thrombectomy for acute ischaemic stroke with established large infarct: multicentre, open-label, randomised trial. *Lancet.* 2023;402(10414):1753–1763.
36. Sarraj A, et al. Analysis of mechanical thrombectomy for large-core ischemic stroke: the ATLAS individual-patient-data meta-analysis. Presented at: 17th World Stroke Congress; 22-24 Oct 2025; Barcelona, Spain. *Int. J. Stroke.* 2025; (Abstract)



37. Menon BK, Hill MD, Dávalos A, et al. Efficacy of endovascular thrombectomy in patients with M2 segment middle cerebral artery occlusions: meta-analysis of data from the HERMES Collaboration. *J. Neurointerv. Surg.* 2019;11(11):1065–1069.
38. Psychogios MN, Brehm A, Ribo M, et al. Endovascular treatment for stroke due to occlusion of medium or distal vessels. *N. Engl. J. Med.* 2025;392(14):1374–1384.
39. Goyal M, Ospel JM, Ganesh A, et al. Endovascular Treatment of Stroke Due to Medium-Vessel Occlusion. *N. Engl. J. Med.* 2025;392(14):1385–1395.
40. Schonewille WJ, Wijman CAC, Michel P, et al. Basilar artery occlusion: a prospective registry and systematic analysis of 592 patients. *Lancet Neurol.* 2009;8(8):724–732.
41. Liu X, Dai Q, Ye R, et al. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2020;19(2):115–122.
42. Langezaal LCM, van der Hoeven EJ, Mont’Alverne FJA, et al. Endovascular therapy for stroke due to basilar-artery occlusion (BASICS): a randomized, controlled trial. *N. Engl. J. Med.* 2021;384:1910–20.
43. Tao C, Nogueira RG, Zhu Y, Sun J, Han H, Yuan G, et al. Trial of endovascular treatment of acute basilar-artery occlusion. *N. Engl. J. Med.* 2022;387(15):1361–1372.
44. Jovin TG, Li C, Wu L, et al. Trial of Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke Due to Basilar-Artery Occlusion. *N. Engl. J. Med.* 2022;387(15):1373–1384.
45. Strbian D, Tsivgoulis G, Ospel J, et al. European Stroke Organisation and European Society for Minimally Invasive Neurological Therapy guideline on acute management of basilar artery occlusion. *Eur. Stroke J.* 2024;9(4):835–884.
46. Puetz V, Sylaja PN, Coutts SB, et al. Posterior circulation Alberta Stroke Program early CT Score in CT angiography–source images predicts outcome in patients with basilar artery occlusion. *Stroke.* 2008;39(8):2485–2490.
47. Sarraj A, Kleinig TJ, Hassan AE, et al. Association of Endovascular Thrombectomy vs Medical Management With Functional and Safety Outcomes in Patients Treated Beyond 24 Hours of Last Known Well: The SELECT Late Study. *JAMA Neurol.* 2023;80(2):172–182.
48. Shaban A, Al Kasab S, Chalhoub RM, et al. Mechanical thrombectomy for large vessel occlusion strokes beyond 24 hours. *J. Neurointerv. Surg.* 2023;15(e3):e331–e336.
49. Xu Y, Liu S, Qureshi AI, et al. Endovascular Thrombectomy Versus Best Medical



Management in Patients with Large Vessel Occlusion Stroke Presenting Beyond 24 Hours: Results From the TRACK-LVO Late Multicentre Cohort. *Stroke Vasc. Interv. Neurol.* 2025;5:e001609.

50. Kobeissi H, Ghazy S, Adusumilli G, et al. Endovascular Therapy for Stroke Presenting Beyond 24 Hours: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw. Open.* 2023;6(5):e2311768.

## RAZVOJ SPINALNE HIRURGIJE U UNIVERZITETSKOM KLINIČKOM CENTRU VOJVODINE

*Doc. dr sci. med Bojan Jelača, Prof. dr sci. med Đula Dilvesi*

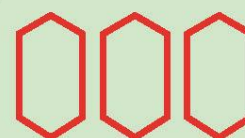
*Klinika za neurohirurgiju Univerzitetski klinički centar Vojvodine*



**Slika 1: Operaciona sala- izvođenje lumbalne intrakorporalne fuzije.**

## Uvod

Bol u lumbalnom predelu kičmenog stuba predstavlja bolest modernog doba, a za glavni faktor rizika koji doprinosi porastu prevalencije smatra se sedentarni način života [1]. Procenjuje se da se bol u leđima usled spondilolisteze koja se najjednostavnije definiše kao klizanje tela jednog kičmenog pršljena u odnosu na drugo, javlja kod oko 3,6% svetske populacije, a da čak 57% pacijenata sa hroničnim lumbalnim sindromom imaju i nestabilnost dokazanu dinamičkim RTG pregledima kičmenog stuba [2,3]. Ovakve promene najčešće nastaju kao posledica degenerativnih procesa spinalnih struktra, spondilolisteze ili traume. Tegobe kod pacijenata nastaju usled razvoja deformiteta, te suženja centralnog kanala kičmenog stuba kao i suženja intervertebralnih foramina uz kompresiju odgovarajućih nervnih korenova [1]. Nestabilnost spinalnog segmenta najčešće je praćena bolom i mišićnom slabošću, a javljaju se i poremećaji senzibiliteta, hoda ili funkcije sfinktera [1,4]. Dijagnoza se postavlja na osnovu anamneze, kliničkog pregleda pacijenata sa detaljnim neurološkim pregledom te radiološke dijagnostike u vidu stacionarnih i dinamičkih RTG pregleda odgovarajućeg segmenta kičmenog stuba na kojima se za evaluaciju stepena spondilolisteze koristi Meyerding-ova skala. Pregled magnetnom rezonancom (MRI) omogućava detaljnu procenu stanja i pozicije mekih tkiva kičmenog kanala, intervertebralnog diska, ligamenata i nervnih



struktura, dok se CT pregledi vrše za bolju pre- i postoperativnu evaluaciju odnosa koštanih elemenata [3,4]. Kod pacijenata sa nestabilnošću segmenta kičmenog stuba praćenom tegobama, a kod kojih konzervativna terapija nije dala zadovoljavajući efekat operativna stabilizacija involviranog dinamičkog segmenta predstavlja značajnu terapijsku mogućnost [4,5]. Kontinuirana edukacija lekara Klinike za neurohirurgiju Univerzitetskog kliničkog centra Vojvodine u smeru minimalno invazivnih procedura traje već više od decenije, a fokusirana je na implementaciju i unapređenje operativnih tehnika u skladu sa najsavremenijim standardima neurohirurške prakse.

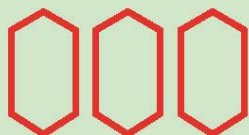
### **Izbor operativne tehnike**

Dugo primenjivana standardna procedura je PLIF tj. posteriorna lumbalna interkorporalna fuzija u kojoj se pristup disku i međupršljenskom prostoru ostvaruje direktno sa zadnje strane, a šrafovi za fiksaciju se postavljaju transpedikularno obostrano nakon uklanjanja lamine i spinoznog nastavka na pršljenovima dinamičkog segmenta. U istom aktu načini se i diskektomija, a na mesto intervertebralnog diska se postavlja PEEK cage. U cilju minimalizovanja traume mekih tkiva i gubitaka krvi te smanjenja stope komplikacija, kraćeg intrahospitalnog boravka i bržeg perioda oporavka uz istu hiruršku efikasnost spinalna hirurgija je napredovala u smeru razvoja minimalno invazivnih procedura [4,6]. MIS TLIF predstavlja minimalno

invazivnu transforaminalnu lumbalnu interkorporalnu fuziju koja je nastala kao iskorak od standardne, “otvorene” tehnike. Osnovna ideja je postizanje stabilizacije zahvaćenog segmenta kičmenog stuba uz očuvanje što većeg dela anatomskih struktura [4,5,6]. Ona se izvodi kroz mali paramedijalni rez pomoću tubularnih retraktora, mikroskopske ili endoskopske vizualizacije i perkutane ugradnje transpedikularnih šrafova obostrano iznad i ispod mesta dinamične jedinice–spondilolisteze. Načini se i unilaterna fasetektomija sa dekompresijom spinalnog kanala i uklanjanjem intervertebralnog diska koji se potom supstituira protetskim materijalom uz posebnu pažnju na nervne elemente i obostrano postavljanje stabilizacionih šipki [4,6].

### **Intraoperativna navigacija**

U cilju lakše intraoperativne navigacije konvencionalni 2D RTG snimak u lateralnoj projekciji zamenjen je trodimenzionalnim intraoperativnim RTG-om koji omogućava prostornu vizualizaciju anatomije kičmenog stuba u realnom vremenu što omogućava lakšu i bezbedniju aplikaciju alenteza. Postoji i mogućnost korišćenja navigacionih stanica (Medtronic StealthStation, Brainlab Curve, Stryker SpineMap) koje u kombinaciji sa specijalnim mikrohirurškim instrumentima sa optičkim markerima automatski registruju i povezuju položaj pacijenta, instrumenata i protetskog materijala [8]. Upotreba intraoperativne



navigacije značajno smanjuje izloženost jonizujućem zračenju hirurškog tima i povećava preciznost postavljanja pedikularnih šrafova, što direktno utiče na smanjenje stope revizija i operativnih komplikacija. U Univerzitetском kliničkom centru Vojvodine radi se na sticanju tehničkih uslova za uvođenje savremene intraoperativne navigacije u spinalnoj hirurgiji, čime će se značajno unaprediti preciznost i bezbednost hirurških zahvata. Aktuelno se u Univerzitetском kliničkom centru Vojvodine u radu koristi napredni 3D RTG sistem, koji predstavlja važan iskorak ka potpunoj integraciji moderne tehnologije u neurohiruršku praksu.

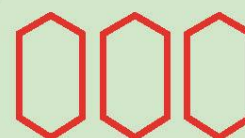
### **Rezultati operativnog lečenja**

Povoljnim ishodom operativnog lečenja smatra se umanjeње tegoba te rezolucija neuroloških deficita i povećanje funkcionalnosti pacijenta. Za evaluaciju rezultata operativnog lečenja najčešće se koriste funkcionalni testovi i upitnici za samoprocenu, a objektivizacija je moguća na osnovu procene stepena fuzije RTG ili CT pregledom odgovarajućeg segmenta koji se mogu klasifikovati u 4 grupe na osnovu *Bridwell* skale [7]. Većina studija utvrdilo je da su obe metode biomehanički ekvivalentne, dok je PLIF usled bilateralnog prisupa praćen većim oštećenjem mekotkivnih i koštanih struktura i mogućnosti oštećenja nervnih struktura kičmenog kanala [6]. Ekstenzivnom meta analizom rezultata minimalno invazivne u odnosu na klasične

procedure uočen je gotova duplo manji procenat postoperativnih komplikacija (8,07% za MISS spram 16% kod klasične hirurgije), kao i statistički značajno skraćenje trajanja operacije i intraoperativni gubitci krvi [6]. Procenjuje se da bi oko 75% svih operacija kičme moglo biti izvedeno potpuno ili delimično pomoću MISS metoda, umesto konvencionalnih tehnika [4].

### **Dinamička stabilizacija**

Za razliku od rigidne fuzije koja potpuno eliminiše pokret dinamička fiksacija segmenta kičmenog stuba je hirurška procedura kojom se stabilizuje jedan ili više spinalnih segmenata uz očuvanje fiziološkog raspona pokreta i sprečavanje prekomernih pokreta usled nestabilnosti. Postiže se pomoću implantata koji omogućavaju kontrolisanu elastičnost i amortizaciju opterećenja, a mogu biti fleksibilni (*LISA*), rigidni ili hibridni sistemi koji se u toku minimalno invazivne procedure ugrađuju interspinozno, interlaminarno i/ili transpedunkularno, bez stvaranja većih defekata normalnih anatomskih struktura. Ovakve alenteze održavaju razmak između dva pršljena omogućavajući pokret ograničene amplitude u dinamičkom segmentu. U preglednoj studiji pacijenti koji su tretirani minimalno invazivnim procedurama uz postavljanje interspinoznih *spacer* uređaja imali su bolji dvogodišnji oporavak u odnosu na pacijente koji su lečeni konzervativno [9]. Lekari Klinike za neurohirurgiju Univerzitetског kliničkog



centra Vojvodine tokom Septembra 2025. godine učestvovali su na stručnoj edukaciji u Bordou, Francuska, posvećenoj savremenim tehnikama minimalno invazivne stabilizacije kičme uz primenu interspinoznih *spacer*-a (Slika 2). Edukacija je obuhvatila teorijski deo kao i praktičnu primenu u operacionoj sali, a naši lekari su stekli dragocena znanja i iskustva koja će doprineti daljem razvoju ove metode u Univerzitetskom kliničkom centru Vojvodine.

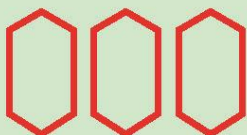


## ZAKLJUČAK

U našoj populaciji bolesnici sa degenerativnom spondilolistezom te posledičnom nestabilnošću spinalnog segmenta čine značajan procenat elektivnih neurohirurških intervencija u lumbalnoj regiji. Visoka učestalost ove patologije i njen negativan uticaj na funkcionisanje u dnevnim aktivnostima i kvalitet života pacijenata nameću potrebu za daljim unapređenjem lečenja, sa posebnim fokusom na minimalno invazivne hirurške

tehnike koje omogućavaju manju traumu tkiva, nižu stopu komplikacija i brži funkcionalni oporavak. Iako su troškovi opreme za minimalno invazivne tehnike viši, kraće vreme hospitalizacije i brži funkcionalni oporavak čine ih dugoročno isplativijim rešenjem u tercijarnoj kliničkoj praksi. U cilju daljeg stručnog usavršavanja i unapređenja neurohirurške delatnosti planira se otvaranje Spinalnog odeljenja u sklopu Klinike za neurohirurgiju UKCV sa pažnjom usmerenom ka primeni savremenih metoda među kojima posebno mesto zauzima minimalno invazivna hirurgija. Znanja i iskustva koja su naši lekari stekli na edukacijama u vodećim svetskim centrima biće dragocena osnova za razvoj ovog programa i uvođenje najsavremenijeg standarda u lečenju pacijenata sa degenerativnim oboljenjima kičme.

1. Devine JG, Schenk-Kisser JM, Skelly AC. Risk factors for degenerative spondylolisthesis: a systematic review. *Evid Based Spine Care J.* 2012 May;3(2):25-34.
2. Reid PC, Morr S, Kaiser MG. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease: JNSPG 75th Anniversary Invited Review Article. *Journal of Neurosurgery: Spine SPI.* 2019;31(1):1-14.
3. Chatprem T, Puntumetakul R, Kanpittaya J, *et al.* A diagnostic tool for people with lumbar instability: a criterion-related validity study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22: 976.



4. Härtl R, Rodrigo NR, editors. *Essential Step-by-Step Techniques for Minimally Invasive Spinal Surgery*. Thieme, 2022. p.3-9.

5. Stojanović NN, urednik. *Bol u leđima: minimalno invazivne procedure lečenja*. Beograd, 2021. p 133-6.

6. Kunder SL, van Kuijk SMJ, Rijkers K, Caelers IJM, van Hemert WLW, de Bie RA, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J*. 2017;17(11):1712-21.

7. Caelers IJM, Droeghaag R, de Kunder SL, Most J, Rijkers K, Bartels RHMA, et al. Transforaminal versus posterior lumbar interbody fusion for symptomatic single-level spondylolisthesis (LIFT): a multicentre controlled, patient blinded, randomised non-inferiority trial. *Lancet Reg Health Eur*. 2024; 43:100964.

8. Elmi-Terander A, Burström G, Nachabé R, Fagerlund M, Ståhl F, Charalampidis A, et al. Augmented reality navigation with intraoperative 3D imaging vs fluoroscopy-assisted free-hand surgery for spine fixation surgery: a matched-control study comparing accuracy. *Sci Rep*. 2020;10(1):707.

9. Onggo JR, Nambiar M, Maingard JT, Phan K, Marcia S, Manfrè L, et al. The use of minimally invasive interspinous process devices for the treatment of lumbar canal stenosis: a narrative literature review. *J Spine Surg*. 2021;7(3):394-412.

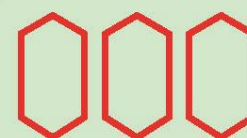


## **ENDOSKOPSKA OPERACIJA DISKUS HERNIJE U UKCV**

*Doc. dr sci. med Bojan Jelača, Prof. dr sci. med Đula Dilvesi*

*Klinika za neurohirurgiju Univerzitetski klinički centar Vojvodine*

Diskus hernija predstavlja vrlo čestu bolest modernog doba kod značajnog dela opšte populacije. Budući da u velikom procentu pogađa radno aktivnu populaciju njen morbiditet je nesrazmerno velik usled smanjenja kvaliteta života i hroničnog bola, te odsustva s posla i potrebe za intervencijama [1]. Endoskopska operacija lumbalne diskus hernije predstavlja minimalno invazivno uklanjanje fragmenta diskalnog materijala uz dekompresiju nervnog korena što rezultuje brzim smanjenjem radikularnog bola uz maksimalnu poštedu mekih tkiva i koštano-ligamentarnih struktura [2]. Suština endoskopske tehnike zasniva se na radu kroz radni kanal prečnika oko 8 mm uz konstantnu endoskopsku vizuelizaciju i irigaciju. Interlaminarni



pristup omogućava jasnu identifikaciju ključnih anatomskih struktura (ligamentum flavum, epiduralni prostor i nervni koren), selektivno uklanjanje same diskus hernije i adekvatnu dekompresiju nervnog korena uz jasnu proveru rezultata lečenja. Operativna rana se zatvara minimalno, jednim šavom ili steri-stripom [2].

U praktičnom smislu, endoskopska discektomija je metoda sa preciznim indikacijama. Idealni kandidati su pacijenti sa lumboishijalgijom usled hernijacije intervertebralnog diska i jasnom korelacijom kliničke slike i MR nalaza. U ovako postavljenom okviru endoskopska tehnika može doneti najveći dobitak - minimalnu invazivnost koja se ogleda u očuvanju muskulature i praktično svih veza u tom delu kičme [3].

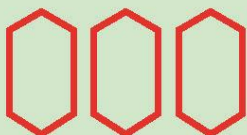
Pri poređenju klasične i endoskopske tehnike studije pokazuju približno jednak procenat pacijenata sa rezolucijom tegoba (oko 80-90%) kao i stopom recidiva, dok je endoskopija bila superiorna u pogledu učinka rehabilitacione terapije i manje stope komplikacija [4]. Takođe, pacijenti operisani endoskopskim pristupom imaju manji intraoperativni gubitak krvi, kraće trajanje hospitalizacije i raniju postoperativnu mobilizaciju uz povratak svakodnevnim aktivnostima i poslu u poređenju sa grupom lečenom otvorenom mikrodisektomijom [5].

Za Univerzitetski klinički centar Vojvodine uvođenje endoskopske discektomije ima i širi

značaj: osim kliničkog benefita za pacijente ona predstavlja strateški iskorak ka modernoj minimalno invazivnoj spinalnoj hirurgiji u tercijarnom centru. Posebno je važno istaći da je ovaj rezultat posledica jasno postavljene vizije i timskog rada. Naime, naš stručni kadar je tokom prethodne godine prošao ciljanu edukaciju i praktičnu obuku u vodećim centrima za spinalnu hirurgiju u Nemačkoj. Edukacija u okruženju gde se endoskopska hirurgija rutinski primenjuje je obezbedila efikasno uvođenje nove metode u UKCV uz poštovanje savremenih standarda bezbednosti i kvaliteta. Strateško planiranje, brza nabavka odgovarajuće opreme i logistička podrška omogućili su da se od edukacije brzo pređe na kliničku primenu uz jasno definisane protokole selekcije pacijenata, perioperativnog zbrinjavanja i praćenja ishoda.

08.februara 2026. godine su doc. dr Bojan Jelača i prof. dr Đula Đilvesi izveli prvu kompletno endoskopsku operaciju lumbalne diskus hernije u UKCV sa dobrim ishodom lečenja (Slika 1). Pacijent je već narednog dana otpušten kući i upućen na dalji rehabilitacioni tretman. Uvođenje endoskopskog pristupa u lečenju omogućiloće brži i povoljniji postoperativni oporavak, raniju mobilizaciju i brži funkcionalni povratak aktivnostima svakodnevnog života za naše pacijente [4,5].

1. Jordan J, Konstantinou K, O'Dowd J. Herniated lumbar disc. BMJ Clin Evid. 2009



Mar 26;2009:1118.

2. Kapetanakis S, Chatzivasiliadis M, Gkantsinikoudis N, Pazarlis K. Full-Endoscopic Lumbar Discectomy: A Review of the Surgical Techniques, Indications and Anatomical Considerations. *J Clin Med.* 2025 Dec 18;14(24):8961.

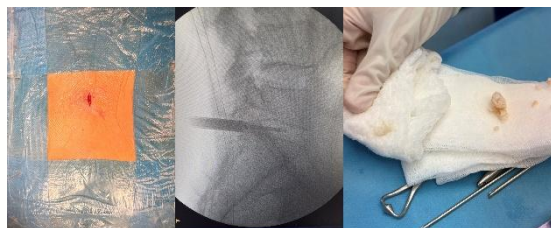
3. Yuan C, Wang J, Zhou Y, Pan Y. Endoscopic lumbar discectomy and minimally invasive lumbar interbody fusion: a contrastive review. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2018 Dec;13(4):429-434.

4. Ruetten S, Komp M, Merk H, Godolias G. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008 Apr 20;33(9):931-9.

5. Gadjradj PS, Rubinstein SM, Peul WC, Depauw PR, Vleggeert-Lankamp CL, Seiger A, van Susante JL, de Boer MR, van Tulder MW, Harhangi BS. Full endoscopic versus open discectomy for sciatica: randomised controlled non-inferiority trial. *BMJ.* 2022 Feb 21;376:e065846.



**Slika 2- Prva endoskopska operacija kičmenog stuba u UKCV.**



**Slika 3- Operativna rana na kraju operacije (cc 1cm); Navigacija pomoću intraoperativnog RTG-a; Odstranjeni diskalni materijal.**

