medicinska revija
medical review

UDK: 616.12-078

Balenović A. et al. ■ MD-Medical Data 2026;18(2): 101-107

Aktuelne teme /
Current topics

KLINIČKI ZNAČAJ STREJNA LEVE PRETKOMORE U SAVREMENOJ KARDIOLOGIJI

CLINICAL SIGNIFICANCE OF LEFT ATRIAL STRAIN IN CONTEMPORARY CARDIOLOGY

Ana Balenović[1,2], Aleksandar Debeljački[3], Maja Stefanović[1,2], Bojana Andrejić Višnjić[1], Anastasija Ilić[1], Aleksandra Ilić[1,2]

[1] Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet

[2] Institut za kardiovaskularne bolesti Vojvodine, Sremska Kamenica, Srbija

[3] Univerzitetski Klinički centar Vojvodine,

Correspondence to:
Ana Balenović
Institut za kardiovaskularne bolesti Vojvodine,
Put doktora Goldmana 4,
21204 Sremska Kamenica, Srbija
ana.balenovic@mf.uns.ac.rs

Sažetak

Uvod: Standardni ehokardiografski parametri, kao što su dimenzije i volumen leve pretkomore, nisu dovoljno osetljivi za ranu detekciju funkcionalnog oštećenja. Strejn leve pretkomore (LAS), predstavlja savremeniji i osetljiviji biomarker atrijalne disfunkcije. **Cilj:** Pregled dostupnih radova na temu strejna leve pretkomore i njegovog praktičnog značaja u različitim kardiovaskularnim bolestima. **Metode:** Pretraga literature je izvršena u PubMed bazi. Uključeni su originalni radovi, pregledni radovi, meta-analize i konsenzus dokumenti koji su ispitivali strejn leve pretkomore, objavljeni do aprila 2026. godine. Uključeni radovi su kvalitativno obrađeni sa fokusom na metodologiju i kliničku primenu. **Rezultati:** Podaci iz literature pokazuju da se smanjenje LAS javlja godinama pre dilatacije leve pretkomore, što ga čini ranim markerom pretkomorske disfunkcije. Smanjene vrednosti LAS povezane su sa razvojem atrijalne fibrilacije, srčane slabosti i povećanom učestalosti velikih neželjenih kardiovaskularnih događaja. Kod hronične bubrežne insuficijencije smanjen LAS je nezavisno povezan sa mortalitetom i razvojem terminalne bubrežne slabosti. U srčanoj insuficijenciji LAS pokazuje snažan prognostički značaj kroz ceo spektar ejekcione frakcije i korelira sa biomarkerima srčane slabosti, uz superiornost u odnosu na klasične volumetrijske parametre. **Zaključak:** Strejn leve pretkomore predstavlja pouzdan i klinički značajan biomarker koji omogućava ranu detekciju disfunkcije i bolju stratifikaciju rizika u širokom spektru kardiovaskularnih bolesti. Potrebna je standardizacija ove metode i validacija referentnih vrednosti kako bi se omogućila šira klinička primena.

Ključne reči
strejn leve pretkomore;
Doppler ehokardiografija;
speckle-tracking ehokardiografija;
dijastolna disfunkcija;
srčana insuficijencija; veliki neželjeni kardiovaskularni događaji.

Key words
eft atrial strain;
Doppler echocardiography;
speckle-tracking echocardiography;
diastolic dysfunction; heart failure; major adverse cardiovascular events.

UVOD

Funkcionalne karakteristike leve pretkomore (LP) imaju ključnu ulogu u ukupnoj hemodinamici srca, jer značajno utiču na pritisak punjenja leve komore (LK), a samim tim i na dijastolnu funkciju koja je u fokusu interesovanja savremene kardiologije. Tradicionalne metode procene, kao što su linearne dimenzije i volumen LP, uglavnom odražavaju strukturne promene, ali mogu biti nedovoljno senzitivne za ranu detekciju disfunkcije pretkomora, odnosno disfunkciju koja nastaje pre nego što dođe do volumetrijskih promena. Zbog toga se u poslednjoj deceniji pažnja pomera ka funkcionalnim parametrima leve pretkomore, a posebno ka merenju deformacije miokarda leve pretkomore — strejnu leve pretkomore [1]. Strejn LP je parametar dobijen putem *speckle-tracking* ehokardiografije, metodom koja omogućava kvantitativnu procenu deformacije atrijalnog miokarda tokom jednog srčanog ciklusa. Ovaj pristup omogućava razdvajanje funkcije LP u tri faze: rezervoarsku (od početka sistole komora do maksimalne ekspanzije LP), konduktivnu (koja traje do početka atrijalne kontrakcije) i kontraktilnu fazu (aktivna atrijalna kontrakcija). Ovakav pristup pruža detaljniji uvid u hemodinamsku ulogu pretkomore nego što to omogućavaju klasične volumetrijske mere [2]. Prema konsenzus dokumentu *EACVI/ASE Task Force*

for deformation imaging, merenje strejna LP-a treba da se vrši kao globalni longitudinalni strejn (eng. *global longitudinal strain*) uz primenu pravilno snimljenog apikalnog četvorošupljinskog i dvošupljinskog prikaza radi povećanja reproducidilnosti i smanjenja varijabilnosti merenja, a sve u cilju pravilne i što preciznije procene deformacije miokarda [3]. Prema poslednjim ESC smernicama, funkcija rezervoara leve pretkomore (eng. LA *reservoir strain*) je prepoznata kao dodatni parametar za procenu punjenja leve komore i diastolne disfunkcije, posebno kod pacijenata sa srčanom slabošću sa očuvanom ejekcionom frakcijom HFpEF (eng. *heart failure with preserved ejection fraction*), gde rutinski parametri često nisu dovoljni za pravovremenu dijagnozu [4].

Klinički značaj procene strejna LP se ogleda u nekoliko glavnih oblasti:

- Procena dijastolne disfunkcije LK: deformacija LP je usko povezana sa pritiskom punjenja i komplijansom LK, pa snižena vrednost strejna može ukazivati na povišene pritiske punjenja i dijastolnu disfunkciju [5].
- Prognoza i stratifikacija rizika pojave atrijalne fibrilacije (AF): Parametri strejna LP su se pokazali kao nezavisni prediktori razvoja subkliničke AF i ponovnog pojavljivanja aritmije nakon ablacije [6].
- Predikcija neželjenih ishoda u valvularnim bolestima: Smanjen strejn LP je povezan sa lošijom prognozom i većom učestalošću neželjenih događaja kod bolesnika sa srčanom insuficijencijom u čijoj je osnovi valvularna patologija [7].

Smanjene vrednosti strejna leve pretkomore u dugoročnom praćenju povezane su sa povećanim rizikom od neželjenih kardiovaskularnih događaja, uključujući rehospitalizacije zbog srčane slabost i kardiovaskularni mortalitet [8].

Međutim, i pored obećavajućih rezultata mnogih imidžing studija, postoje značajna ograničenja u standardizaciji metoda i tačnom definisanju referentnih vrednosti strejna leve pretkomore. Ova izazovna pitanja su predmet aktuelnih studija i diskusija među kardiolozima i ekspertima sa polja ehokardiografije. Ovakvo interesovanje stručne javnosti za cilj ima unapređenje dijagnostike i lečenja bolesnika u ranim fazama oboljenja, pre nego što nastane srčana slabost sa svim svojim komplikacijama i devastirajućim posledicama koje ostavlja na kvalitet i dužinu života bolesnika [9].

METODOLOGIJA

Ovaj rad je koncipiran kao narativni pregled literature, sproveden uz strukturisan pristup pretrazi i selekciji relevantnih publikacija, u skladu sa osnovnim principima PRISMA preporuka (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) [10].

Pretraga literature sprovedena je u elektronskoj bazi PubMed, kao primarnom izvoru literature. U pretragu su uključeni radovi objavljeni zaključno sa aprilom 2026. godine.

Nakon inicijalne pretrage, svi identifikovani radovi su pregledani na osnovu naslova i apstrakta. Radovi koji su ispunjavali osnovne kriterijume uključenja podvrgnuti su detaljnom pregledu punog teksta.

Kriterijumi uključenja

- originalni radovi, pregledni radovi, meta-analize i konsenzus dokumenti,
- studije u kojima je procena strejna leve pretkomore vršena primenom 2D *speckle-tracking* ehokardiografije,
- radovi koji su analizirali dijagnostički, patofiziološki ili prognostički značaj strejna leve pretkomore.

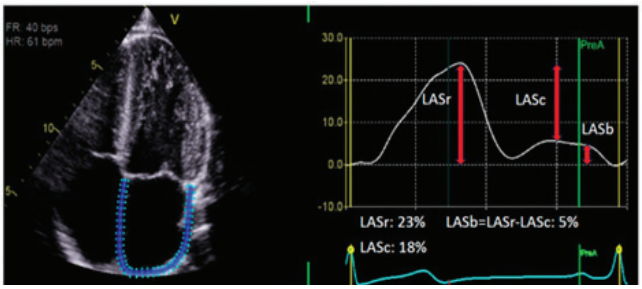
Kriterijumi isključenja

- studije sa nejasno opisanom metodologijom merenja strejna,
- eksperimentalne studije na životinjama,
- sažeci bez dostupnog punog teksta,

Pretragom su obuhvaćene i važeće ESC smernice, kao i ASE/EACVI konsenzus dokumenti na osnovu kojih je i standardizovana procea funkcije leve pretkomore. Dodatno, pregled referenci radova uključenih u pregled (*reference list screening*) korišćen je radi identifikacije ključnih studija koje nisu bile obuhvaćene inicijalnom pretragom. Urađena je kvalitativna analiza selektovanih radova, sa fokusom na metodološke aspekte merenja strejna leve pretkomore, kliničku primenu i prognostički značaj. Na osnovu radova obuhvaćenih pregledom literature izvedena su ograničenja postojećih znanja i eventualni pravci daljih istraživanja u ovoj oblasti.

Dostupni modaliteti procene strejna leve pretkomore

Strejn leve pretkomore (LAS) može se procenjivati primenom *speckle-tracking* ehokardiografije (STE) (Slika 1), kao i drugih imidžing metoda, poput magnetne resonance srca (CMR, eng. *cardiac magnetic resonance*) i kompjuterizovane tomografije srca (CCT, eng. *cardiac computed tomography*). Nekoliko novijih studija upoređivalo je procenu LAS dobijenu pomoću STE sa vrednostima dobijenim primenom CMR i CCT, pri čemu je pokazano da STE ostaje superiorna metoda, pre svega zbog veće dostupnosti i pouzdanosti [11–13]. LAS predstavlja longitudinalnu deformaciju miokarda leve pretkomore i omogućava procenu atrijalne funkcije nezavisno od njenog volumena, čime predstavlja rani pokazatelj atrijalne disfunkcije [14,15]. Vrednosti LAS su pozitivne tokom faze punjenja (rezervoarske faze), kada dolazi do dilatacije leve pretkomore, dok su negativne tokom faze kontrakcije, kada se rastojanje između referentnih tačaka zida leve pretkomore skraćuje. Za merenje LAS koriste se standardni apikalni četvorošupljinkski (A4C) i apikalni dvošupljinski (A2C) prikaz. A4C prikaz predstavlja zlatni standard za procenu LAS, dok se A2C prikaz može koristiti kao dopuna radi kompletnije evaluacije [16]. Za analizu strejna ovom metodom, četvorošupljinski prikaz treba uvećati sa fokusom na levu pretkomoru, uz dobar prikaz kompletnog valvularnog aparata, pri čemu je neophodno iz merenja izostaviti plućne vene i aurikulu leve pretkomore [17].



Slika 1. *Prikaz faza strejna leve pretkomore. LASr – left atrial reservoir strain (rezervoarski strejn leve pretkomore); LASc – left atrial conduit strain (konduktivni strejn leve pretkomore); LASb – left atrial booster strain (kontraktilni/"booster" strejn leve pretkomore). Preuzeto i prilagođeno iz O Neill et al[18] .*

Praktičan značaj strejna leve pretkomore

Dosadašnja istraživanja pokazala su da, naročito u slučaju rezervoarnog strejna leve pretkomore (LASr), promene vrednosti strejna prethode promenama volumena LP [19]. Indeksirani volume leve pretkomore (LAVi) predstavljao je godinama unazad jedan od najčeđšće korišćenih parametara za procenu dijastolne disfunkcije. Guan i saradnici su pokazali da se veličina strejna leve pretkomore značajno razlikuje između različitih faza dijastolne disfunkcije, pri čemu su ove razlike bile prisutne uprkos odsustvu statistički značajnih razlika u LAVi između ispitivanih grupa [20] . Dalje studije ukazale su na to da dilatacija LP može kasniti i do jedne decenije u odnosu na promene registrovane analizom strejna [21,22]. Iako tačni patofiziološki mehanizmi još uvek nisu u potpunosti razjašnjeni, smatra se da su ove promene posledica pretkomorskog remodelovanja nastalog usled hroničnog hemodinamskog opterećenja i stresom indukovane fibroze pretkomora. Fibroza pretkomora dovodi do funkcionalnih poremećaja koji prethode pojavi morfoloških, odnosno geometrijskih promena [23–26]. Jedna od značajnih prednosti analize strejna jeste manja zavisnost od angulacije ultrazvučnog snopa prilikom snimanja u poređenju sa tradicionalnim volumetrijskim parametrima dobijenim tkivnim Dopler ehokardiografskim metodam [27]. U nastavku rada razmotrene su najznačajnija stanja kod kojih je ispitivana primena strejna leve pretkomore i za koja dosadašnja istraživanja ukazuju na značajan dijagnostički i prognostički potencijal.

Strejn leve pretkomore kod bolesnika sa arterijskom hipertenzijom i dijabetes melitusom

Morfološke i funkcionalne promene LP kod bolesnika sa arterijskom hipertenzijom i dijabetes melitusom bile su tema već objavljenih radova [28,29]. Kod bolesnika koji kao komorbiditet imaju arterijsku hipertenziju i tip 2 dijabetes melitusa, ehokardiografski parametri pre svega, LAVi ima značajno veću vrednost u odnosu na zdravu populaciju.

Uvećanje LP povezano je sa povećanim rizikom od moždanog udara, srčane slabosti i atrijalne fibrilacije , a povećan volumen LP predstavlja prediktor mortaliteta nezavisno od promena na levoj komori [30] .Rezervoarski strejn leve pretkomore predstavlja osetljiv marker subkliničkih funkcionalnih promena kod bolesnika sa hipertenzijom i dijabetesom, pri čemu se promene LASr registruju pre razvoja dilatacije LP [31]. Ovi nalazi ukazuju na postojanje rane pretkomorske disfunkcije koja prethodi samom remodelovanju LP koje nastavlje u daljem toku. Smatra se da su ove promene posledica inflamatornih i oksidativnih procesa koji dovode do intersticijalne fibroze pretkomora. Studije su pokazale da hipertenzija dovodi do smanjenja LASr pre pojave hipertrofije leve komore ili promena u geometriji LP. Istraživanja uticaja farmakološke terapije na LASr su u začetku, ali dostupni podaci ukazuju na potencijalnu ulogu LASr u identifikaciji bolesnika kod kojih bi rana i intenzivnija terapija mogla smanjiti kardiovaskularni rizik [32]. U Tabeli 1 dat je sažet prikaz najvažnijih studija koje se odnose na ovu oblast.

Primena strejna leve pretkomore u hroničnoj bubrežnoj insuficijenciji

Povezanost između hronične bubrežne insuficijencije (HBI) i kardiovaskularnih bolesti odavno je poznata. S tim u vezi opisano je i pet tipova kardiorenalnog sindroma. Štaviše, kardiovaskularne bolesti značajno povećavaju mortalitet kod ovih bolesnika i predstavljaju uzrok smrti kod gotovo 50% pacijenata sa terminalnom bubrežnom insuficijencijom [33]. Kod ovih bolesnika ehokardiografski su zabeležene geometrijske i morfološke promene, a najčešće se opisuje hipertrofija leve komore [34]. Tipične ehokardiografske promene uključuju remodelovanje obe komore, kao i povećanje zapremine leve pretkomore [35]. Pored navedenih morfoloških promena, novija istraživanja su pokazala da se kod bolesnika sa uznapredovalom HBI, naročito onih na dijalizi, javljaju i funkcionalne promene leve pretkomore. Na primer, Hassanin i saradnici su pokazali da je LASr značajno snižen kod bolesnika sa terminalnom bubrežnom slabošću. Takođe, utvrđeno je da je niža vrednost LASr kod bolesnika sa HBI bila povezana sa povećanim mortalitetom, smanjenjem brzine glomerulske filtracije na ≤15 ml/min/1,73 m² ili udvostručenjem vrednosti serumskog kreatinina [36]. Nakon trogodišnjeg praćenja, bolesnici sa LASr ≤23% razvili su neki od neželjenih kardiovaskualarnih događaja u 20% slučajeva, u poređenju sa samo 6% kod onih sa LASr ≥23%. Slično tome, Gan i saradnici su iste godine pokazali da parametri strejna mogu biti korisni u identifikaciji bolesnika sa HBI koji su pod povećanim rizikom za nepovoljne kardiovaskularne događaje u dugoročnom praćenju [37]. Nakon tri godine, bolesnici sa najvećim realtivnim smanjenjem LASr doživljavali su smrtni ishod ili neki od veliki neželjeni kardiovaskularni događaj (MACE) u 42% slučajeva, u poređenju sa manje od 10% kod bolesnika kod kojih se vrednost LASr održala iznad granice od 25%. U Tabeli 2 dat je sažet pregled najvažnijih studija koje se odnose na ovu oblast.

Primena strejna leve pretkomore u srčana slabosti

Srčana insuficijencija (HF, eng. *heart failure*) je kompleksan klinički sindrom karakterisan kongestijom i volumskim opterećenjem usled srčane disfunkcije, od koje boluje oko 65 miliona ljudi širom sveta. Bolesnici se klasifikuju prema ejekcionoj frakciji leve komore (EF) na HF sa očuvanom EF (HFpEF, EF ≥50%) i HF sa sniženom EF (HFrEF, EF <40%). Kao treća grupa izdvajaja se HFmrEF (eng. *heart failure with mildly reduced ejection fraction*) ili

srčana insuficijencija sa blago sniženom ejekcionom frakcijom kod koje je EF u opsegu 40–49%. Uprkos razlikama u terapiji i fenotipu, petogodišnje preživljavanje u obe grupe iznosi oko 50%, što naglašava potrebu za boljim dijagnostičkim i prognostičkim parametrima [38]. Analiza strejna leve pretkomore pokazuje značajan prognostički potencijal kod HF. Studije koje su primenjivale STE i CMR pokazale su da se promene u strejnu leve pretkomore javljaju pre promena u levoj komori kod ovih bolesnika[39]. Takođe, LASr inverzno koreliše sa NT-proBNP kod akutne i hronične HFpEF i HFrEF. Kombinacija NT-proBNP ≥875 pg/mL i LASr ≤15% povezana je sa značajno lošijim preživljavanjem. Kod akutne HF, LASr je identifikovan kao nezavisan prediktor nepovoljnih događaja u registru sa više od 4000 bolesnika. Svako povećanje LASr za 1% bilo je povezano sa smanjenjem rizika od nepovoljnih događaja za 1,6%, uz konzistentne nalaze kod HFrEF, HFmrEF i HFpEF[40]. Pregled studija razmatranih u ovom delu dat je u Tabeli 3.

Budući pravci istraživanja

Iako strejn leve pretkomore još uvek nije deo rutinske kliničke prakse, sve veći broj dokaza, naročito u poslednjoj deceniji, potvrđuje njegovu primenu u različitim kliničkim stanjima. Pored već opisanih stanja, buduća istraživanja mogu proširiti njegovu upotrebu i na druga oboljenja. Na primer, iako su dokazi za sada ograničeni, LAS bi mogao imati prognostičku vrednost kod koronarne bolesti, s obzirom na to da je niži LAS povezan sa većom učestalošću velikih neželjenih kardiovaskularnih događaja nakon akutnog koronarnog sindroma[41]. U različitim kardiološkim stanjima, uključujući valvularne mane, srčanu insuficijenciju i atrijalnu fibrilaciju, LAS pokazuje značajan potencijal u dijagnostici i stratifikaciji rizika. Primena modela mašinskog učenja koji uključuju LAS u proceni dijastolne disfunkcije dodatno nagoveštava mogućnost integracije parametara strejna u multiparametrijski dijagnostički pristup [42,43]. Iako je primena veštačke inteligencije u ovoj oblasti još u ranoj fazi, njen potencijal za preciznije prepoznavanje suptilnih patoloških promena je očigledan. Neophodne su dalje prospektivne studije radi potvrde i standardizacije dosadašnjih nalaza. Jasnije definisanje metodologije i referentnih vrednosti, kao i dodatna edukacija ehokardiografista, predstavljaju ključne korake ka uvođenju LAS u rutinsku kliničku praksu. Dalji napredak u ovoj oblasti mogao bi omogućiti da LAS postane sastavni deo rutinske ehokardiografske i svakodnevne kliničke prakse.

ZAKLJUČAK

Strejn leve pretkomore se pokazao kao značajan parametar u dijagnostici i proceni rizika bolesnika sa različitim kardiovaskularnim oboljenjima. Iako su neophodne dodatne studije radi njegove standardizacije i uvođenja u rutinsku kliničku praksu, dosadašnji rezultati su obećavajući i ukazuju da bi mogao postati važan deo savremenog, multiparametrijskog pristupa proceni kardioloških bolesnika.

Tabela 1. *Savremene studije koje ispituju kliničku primenu strejna leve pretkomore kod arterijske hipertenzije i dijabetes melitusa.*

Autor (godina)	Populacija	Broj ispitanika	Dizajn	Metoda	Parametar	Glavni ishod	Ključni nalaz
Eshoo et al 2009 [28]	Bolesnici sa arterijskom hipertennzijom	198	Prospektivna, kontrolisana	STE	LASr	Promena funkcije LP	Blaga hipertenzija povezana sa smanjenjem LASr uprkos normalnoj veličini LP
Mondillo et al 2011 [31]	Bolesnici sa arterijskom hipertennzijom i DM	155	Prospektivna	STE	LASr	Subklinička pretkomorska disfunkcija	LASr smanjen kod HTA i DM pre dilatacije LP
Cuspidi S et al [29]	Bolesnici sa DM tip 2	165	Kohortna	STE	LASr	LP remodeling	DM povezan sa značajnim smanjenjem LASr nezavisno od EF
Girard et al 2024 [32]	Bolesnici sa rezistentnom hipertenzijom	88	Prospektivna intervenciona	STE	LASr	Funkcionalna promena nakon terapije	Terapija spironolaktonom značajno poboljšava LASr

Lefef Legenda: LASr – rezervoarski strejn leve pretkomore; HTA – arterijska hipertenzija; DM – dijabetes melitus; LP – leva pretkomora; EF – ejekciona frakcija; STE – speckle-tracking ehokardiografija.

Tabela 2. *Studije koje su ispitivale kliničku primenu strejna leve pretkomore kod hronične bubrežne slabosti.*

Autor (godina)	Populacija	Dizajn	Metoda	Parametar	Praćenje	Ishod	Glavni nalaz
Hassanin et al. 2016[36]	Bolesnici sa ESRD na dijalizi	Prospektivna	STE	LASr	4 godine	Disfunkcija LP	Značajno smanjen LASr kod dijaliznih bolesnika
Gan et al. 2021[37]	Bolesnici sa HBI	Prospektivna	STE	LASr	3 godine	Progresija ka ESRD	Niži LASr predviđa progresiju ka terminalnoj insuficijenciji
Mavrakanas et al. 2018[35]	Bolesnici sa blagom do umerenom HBI	Kohortna	Ehokardiografija	LP parametri	2 godine	Renalni ishod	Parametri LP povezani sa progresijom HBI

Legenda: HBI - hronična bubrežna insuficijencija; ESRD – terminalna bubrežna insuficijencija (eng. *end-stage renal disease*); STE – *spekltreking* ehokardiografija; LASr – rezervoarski strejn leve pretkomore.

Tabela 3. *Studije koje su ispitivale kliničku primenu strejna leve pretkomore kod srčane slabosti.*

Autor (godina)	Populacija	Dizajn	Metoda	Parametar	Praćenje	Ishod	Glavni nalaz
Kim et al. 2020 [21]	Post-MI bolesnici	Prospektivna	STE	LAS	—	Dijastolna disfunkcija	Oštećenje LAS prethodi geometrijskom remodelovanju
Jia et al. 2022 [39]	Bolesnici sa HF	Meta-analiza	STE	LASr	_	Mortalitet	Niži LASr povezan sa većim mortalitetom
Park et al. 2022 [40]	Bolesnici sa akutnom HF	Registar	STE	LASr	3 godine	MACE	Svaki 1% ↑ LASr → 1.6% ↓ rizika
Girard et al. 2024 [32]	Rezistentna hipertenzija	Intervenciona	STE	LASr	—	LP funkcija	Spironolakton poboljšava funkciju LP

Legenda: LASr – rezervoarski strejn leve pretkomore; MACE – veliki neželjeni kardiovaskularni događaji; HF – srčana slabost; Post-MI – stanje nakon infarkta miokarda.

Abstract

Background: Standard echocardiographic parameters, such as left atrial dimensions and volume, are not sufficiently sensitive for the early detection of functional impairment. Left atrial strain (LAS) represents a more contemporary and more sensitive biomarker of atrial dysfunction. **Objective:** A review of available studies on left atrial strain and its practical significance in various cardiovascular diseases. **Methods:** A literature search was conducted in the PubMed database. Original articles, review articles, meta-analyses, and consensus documents investigating left atrial strain, published up to April 2026, were included. The included studies were qualitatively analyzed with a focus on methodology and clinical application. **Results:** Literature data show that a reduction in LAS occurs years before left atrial dilatation, making it an early marker of atrial dysfunction. Reduced LAS values are associated with the development of atrial fibrillation, heart failure, and an increased incidence of major adverse cardiovascular events. In chronic kidney disease, reduced LAS is independently associated with mortality and the development of end-stage renal disease. In heart failure, LAS demonstrates strong prognostic value across the entire spectrum of left ventricular ejection fraction and correlates with heart failure biomarkers, showing superiority over conventional volumetric parameters. **Conclusion:** Left atrial strain is a reliable and clinically significant biomarker that enables early detection of dysfunction and better risk stratification across a broad spectrum of cardiovascular diseases. Standardization of this method and validation of reference values are required to enable wider clinical application.

REFERENCE

1. Donal E, Galli E, Schnell F. Left atrial strain: a must or a plus for routine clinical practice? Circ Cardiovasc Imaging. 2017;10(10):e007023.

2. Marincheva G, Iakobishvili Z, Valdman A, Laish-Farkash A. Left Atrial Strain: Clinical Use and Future Applications-A Focused Review Article. Rev Cardiovasc Med. 2022 May;23(5):154.

3. Badano LP, Kolias TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2018 Jun 1;19(6):591–600.

4. Silva MR, Sampaio F, Braga J, Ribeiro J, Fontes-Carvalho R. Left atrial strain evaluation to assess left ventricle diastolic dysfunction and heart failure with preserved ejection fraction: a guide to clinical practice : Left atrial strain and diastolic function. Int J Cardiovasc Imaging. 2023 Jun;39(6):1083–96.

5. Brecht A, Oertelt-Prigione S, Seeland U, Rücke M, Hättasch R, Wagelöhner T, et al. Left Atrial Function in Preclinical Diastolic Dysfunction: Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography-Derived Results from the BEFRI Trial. J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr. 2016 Aug;29(8):750–8.

6. Jain H, Singh J, Jain J, Goyal A, Odat RM, Yadav A, et al. Left atrial strain as the predictor of subclinical atrial fibrillation using speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2025 Jan 1;26(1):333.

7. Rusali CA, Lupu IC, Rusali LM, Cojocaru L. Left Atrial Strain—Current Review of Clinical Applications. Diagnostics. 2025 May 27;15(11):1347.

8. O'Neill T, Kang P, Hagendorff A, Tayal B. The Clinical Applications of Left Atrial Strain: A Comprehensive Review. Med Kaunas Lith. 2024 Apr 24;60(5):693.

9. Savarese G, Becher PM, Lund LH, Seferovic P, Rosano GMC, Coats AJS. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. Cardiovasc Res. 2022 Dec 1;118(17):3272–87.

10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. bmj. 2021 Mar 29;372.

11. Hosokawa T, Kawakami H, Tanabe Y, Yoshida K, Endo Y, Tamai F, et al. Feasibility of left atrial strain assessment using cardiac computed tomography in patients with paroxysmal atrial fibrillation. Int J Cardiovasc Imaging. 2024 Aug 1;40(8):1725–34.

12. Benjamin MM, Munir MS, Shah P, Kinno M, Rabbat M, Sanagala T, et al. Comparison of left atrial strain by feature-tracking cardiac magnetic resonance with speckle-tracking transthoracic echocardiography. Int J Cardiovasc Imaging. 2022 Jun 1;38(6):1383–9.

13. Hosokawa T, Kawakami H, Tanabe Y, Fukuyama N, Yoshida K, Ohara K, Kitamura T, Kawaguchi N, Kido T, Nagai T, Inoue K. Left atrial strain assessment using cardiac computed tomography in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Japanese journal of radiology. 2023 Aug;41(8):843-53.

14. Marincheva G, Iakobishvili Z, Valdman A, Laish-Farkash A. Left atrial strain: clinical use and future applications—a focused review article. Reviews in Cardiovascular Medicine. 2022 Apr 26;23(5):154.

15. Liza T, Marwick Thomas H, Popescu Bogdan A, Donal E, Badano L. Left atrial structure and function, and left ventricular diastolic dysfunction. JACC State-of-the-Art Review. Journal of the American College of Cardiology. 2019;73(15):1961-77.

16. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF III, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2016 Dec 1;17(12):1321–60.

17. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and Evolving Echocardiographic Techniques for the Quantitative Evaluation of Cardiac Mechanics: ASE/EAE Consensus Statement on Methodology and Indications: Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2011 Mar 1;24(3):277–313.

18. O'Neill T, Kang P, Hagendorff A, Tayal B. The Clinical Applications of Left Atrial Strain: A Comprehensive Review. Medicina [Mex). 2024 May;60[5):693.

19. Ferkh A, Clark A, Thomas L. Left atrial phasic function: physiology, clinical assessment and prognostic value. Heart. 2023 Nov 1;109(22):1661-9.

20. Guan Z, Zhang D, Huang R, Zhang F, Wang Q, Guo S. Association of left atrial myocardial function with left ventricular diastolic dysfunction in subjects with preserved systolic function: a strain rate imaging study. Clinical cardiology. 2010 Oct;33[10):643-9.

21. Kim J, Yum B, Palumbo MC, Sultana R, Wright N, Das M, et al. Left Atrial Strain Impairment Precedes Geometric Remodeling as a Marker of Post-Myocardial Infarction Diastolic Dysfunction. JACC Cardiovasc Imaging. 2020 Oct;13(10):2099–113.

22. Júnior AAC, Assef JE, Braga JMS, Vilela A de A, Filho ATP, Nishida G. Left Atrial Strain in the Analysis of LV Diastolic Function: Ready to Use? Arq Bras Cardiol Imagem Cardiovasc. 2023 Apr 4;36(1). 23. Goette A, Kalman JM, Aguinaga L, Akar J, Cabrera JA, Chen SA, et al. EHRA/HRS/APHRS/SOLAECE expert consensus on atrial cardiomyopathies: definition, characterization, and clinical implication. EP Eur. 2016 Oct 1;18(10):1455–90.

24. Thomas L, Abhayaratna WP. Left Atrial Reverse Remodeling: Mechanisms, Evaluation, and Clinical Significance. JACC Cardiovasc Imaging. 2017 Jan 1;10(1):65–77.

25. Roşca M, Lancellotti P, Popescu BA, Piérard LA. Left atrial function: pathophysiology, echocardiographic assessment, and clinical applications. Heart. 2011 Dec 1;97(23):1982-9.

26. Carpenito M, Fanti D, Mega S, Benfari G, Bono MC, Rossi A, et al. The Central Role of Left Atrium in Heart Failure. Front Cardiovasc Med. 2021 Aug 13;8:704762.

27. Molnár AÁ, Merkely B. The Added Value of Atrial Strain Assessment in Clinical Practice. Diagnostics. 2022 Apr 13;12(4):982.

28. Eshoo S, Ross DL, Thomas L. Impact of Mild Hypertension on Left Atrial Size and Function. Circ Cardiovasc Imaging. 2009 Mar;2(2):93–9.

29. The Influence of Type 2 Diabetes on Left Atrial Remodeling (Internet). doi:10.1002/clc.22334

30. Patel DA, Lavie CJ, Milani RV, Shah S, Gilliland Y. Clinical implications of left atrial enlargement: a review. Ochsner Journal. 2009 Dec 21;9(4):191-6.

31. Mondillo S, Cameli M, Caputo ML, Lisi M, Palmerini E, Padeletti M, et al. Early detection of left atrial strain abnormalities by speckle-tracking in hypertensive and diabetic patients with normal left atrial size. J Am Soc Echocardiogr. 2011;24(8):898–908.

32. Girard AA, Denney TS, Gupta H, Dell'Italia LJ, Calhoun DA, Oparil S, et al. Spironolactone improves left atrial function and atrioventricular coupling in patients with resistant hypertension. Int J Cardiovasc Imaging. 2024 Mar 1;40(3):487–97.

33. Stevens PE, O'Donoghue DJ, Lusignan S de, Vlymen JV, Klebe B, Middleton R, et al. Chronic kidney disease management in the United Kingdom: NEOERICA project results. Kidney Int. 2007 Jul 1;72[1):92–9.

34. Jankowski J, Floege J, Fliser D, Böhm M, Marx N. Cardiovascular disease in chronic kidney disease: pathophysiological insights and therapeutic options. Circulation. 2021 Mar 16;143[11):1157-72.

35. Mavrakanas TA, Khattak A, Singh K, Charytan DM. Echocardiographic parameters and renal outcomes in patients with preserved renal function, and mild- moderate CKD. BMC Nephrol. 2018 Jul 11;19:176.

36. Hassanin N, Alkemary A. Detection of Left Atrium Myopathy Using Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography in Patients with End-Stage Renal Disease on Dialysis Therapy. Echocardiography. 2016;33[2):233–41.

37. Gan GCH, Bhat A, Kadappu KK, Fernandez F, Gu KH, Chen HHL, et al. Usefulness of Left Atrial Strain to Predict End Stage Renal Failure in Patients With Chronic Kidney Disease. Am J Cardiol. 2021 Jul 15;151:105–13.

38. Kapelios CJ, Shahim B, Lund LH, Savarese G. Epidemiology, Clinical Characteristics and Cause-specific Outcomes in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. Card Fail Rev. 2023 Nov 17;9:14.

39. Jia F, Chen A, Zhang D, Fang L, Chen W. Prognostic Value of Left Atrial Strain in Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Cardiovasc Med. 2022 Jul 1;9.

40. Park JH, Hwang IC, Park JJ, Park JB, Cho GY. Prognostic power of left atrial strain in patients with acute heart failure. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2021 Feb 1;22[2):210–9.

41. Liu Y ying, Xie M xing, Xu J feng, Wang X fang, Lv Q, Lu X fang, et al. Evaluation of left atrial function in patients with coronary artery disease by two-dimensional strain and strain rate imaging. Echocardiography. 2011 Nov;28[10):1095–103.

42. Weigman A, Zhao W, Liao SL, Trivieri MG, Madiman S, Lerakis S, et al. Automated machine learning of echocardiographic strain enables identification of early myocardial changes in pre-symptomatic TTR carriers. medRxiv. 2026 Mar 5;2026.03.04.26347545.

43. Remme EW, Inoue K, Smiseth OA. Machine learning in diastolic dysfunction: Left atrial strain trace superior to single points for estimation of filling pressure†. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2023 Dec 21;25[1):27–8.

■ The paper was received / Rad primljen: 25.06.2026.
Accepted / Rad prihvaćen: 27.08.2026.