

REVERZIBILNI VZROKI SRČNEGA ZASTOJA – 5 H IN 5 T

Iztok Potočnik, Lea Andjelković Juvan

UVOD

Pri vsakem srčnem zastoju je temeljna naloga izvajalca oživljanja poleg zagotavljanja učinkovitih stisov prsnega koša in predihavanja tudi **prepoznati in odpraviti morebitne reverzibilne vzroke zastoja**. Ti so razvrščeni v dve skupini, povzeti pod **kratici 5 H in 5 T**, ki omogočata sistematičen in logičen pristop k diagnostiki med oživljanjem.

Koncepta 5 H in 5 T sta del smernic **Evropskega reanimacijskega sveta (ERC)** ter predstavljata **klinični okvir za iskanje vzrokov, ki jih je mogoče zdraviti tudi med samo reanimacijo** (tabela 1). Uporabljata se predvsem v okviru naprednega oživljanja (ACLS, iz angl. *Advanced Cardiac Life Support*), ko osnovni ukrepi niso zadostni za povrnitev spontanega obtoka.

Sistematično preverjanje možnih vzrokov srčnega zastoja je ključno, saj lahko odprava enega samega od teh stanj – denimo **hipovolemije, hipoksije, hiperkaliemije ali tenzijskega pnevmotoraksa** – pomeni **ločnico med ne-uspešnim in uspešnim oživljanjem**.

Koncept torej ni namenjen le zapomnitvi desetih črk, temveč **strukturiranemu kliničnemu razmišljanju**, ki zdravnika usmerja v hitro oceno, diagnostiko in ukrepanje.

5 H – PRESNOVNI IN SISTEMSKI VZROKI SRČNEGA ZASTOJA

Reverzibilni vzroki, združeni pod kratico **5 H**, predstavljajo pet najpogostejših sistemskih ali presnovnih stanj, ki lahko povzročijo srčni zastoj: **hipovolemija, hipoksija, hipo- ali hiperkaliemija in druge presnovne motnje, hipotermija** ter **acidozo** (slika 1). Ta stanja se pogosto razvijajo postopno in so zato ob zgodnjem prepoznavanju ter zdravljenju popolnoma popravljiva.

Hipovolemija je najpogostejši reverzibilni vzrok srčnega zastoja, zlasti pri travmatiziranih bolnikih, obsežnih krvavitvah ali hudi dehidraciji. Zmanjšan volumen krvi povzroči zmanjšanje venskega priliva in srčnega polnjenja ter s tem »preloada«, kar vodi v zmanjšan srčni iztis in končno v srčni zastoj. Klinični znaki vključujejo bledico, tahikardijo, hipotenzijo in odsotnost pulza na perifernih arterijah. Zdravljenje temelji na hitri prepoznavi in takojšnjem nadomeščanju tekočin ter krvi, kadar je to potrebno.

Hipoksija ali pomanjkanje kisika v arterijski krvi je drugi pogost vzrok. Pojavi se lahko zaradi obstrukcije dihalne poti, ventilacijskih motenj, hipoventilacije, aspiracije ali zlomov prsnega koša. Če ni pravočasno odpravljena, vodi v bradikardijo, hudo hipoksijo miokarda in asistolijo. Ključna ukrepa sta takojšnja vzpostavitev dihalne poti in učinkovito predihavanje z visoko koncentracijo kisika.

Hipo- in hiperkaliemija ter druge **presnovne motnje** so prav tako pogosti sprožilci elektrofizioloških motenj, ki lahko preidejo v srčni zastoj. Hiperkaliemija se pojavlja pri ledvični odpovedi, acidozi ali po dajanju kalija, medtem ko hipokaliemija spremlja izgube pri bruhanju, driski ali uporabi diuretikov. Spremembe v koncentraciji kalija povzročajo značilne spremembe v elektrokardiogramu (EKG) – pri hiperkaliemiji visoke, koničaste T-vale, razširjen kompleks QRS in nazadnje asistolijo; pri hipokaliemiji podaljšan interval QT in pojav ventrikularnih tahiaritmij. Zdravljenje mora biti usmerjeno v hitro korekcijo elektrolitnega (ne)ravnovesja.

Hipotermija znižuje srčni utrip, frekvenco dihanja in presnovo ter vodi v bradikardijo, hipotenzijo in ventrikularno fibrilacijo. Ključna sta ogrevanje bolnika z zunanjimi ali notranjimi metodami ter vzdrževanje osnovne reanimacije, saj lahko hipotermičen bolnik preživi dolgotrajno oživljanje, če se temperatura postopno normalizira.

Acidoza je posledica hipoksije, hipoperfuzije in povišanja plazemske koncentracije laktata. Povzroča depresijo kontraktilnosti miokarda in motnje ritma. Zdravljenje vključuje učinkovito ventilacijo, optimizacijo perfuzije in po potrebi uporabo natrijevega bikarbonata, vendar šele po odpravi osnovnega vzroka.

Vsak izmed teh »H« dejavnikov je potencialno popravljiv, če ga pravočasno prepoznamo in zdravimo. V praksi je med oživljanjem nujno razmišljati o njih hkrati, sistematično in hitro – pogosto že med masažo srca in ventilacijo. Pristop, ki temelji na 5 H, je zato osrednji del sodobnega naprednega oživljanja in kliničnega odločanja v nujni medicini.

5 T – MEHANSKI IN OBSTRUKTIVNI VZROKI SRČNEGA ZASTOJA

Drugo skupino reverzibilnih vzrokov srčnega zastoja predstavljajo stanja, povzeta pod kratico **5 T**, ki vključujejo **tamponado srca, tenzijski pnevmotoraks, tromboembolijo pljuč, trombozo koronarne arterije in toksine** (slika 1). Za razliko od presnovnih vzrokov iz skupine 5 H so ti praviloma **mehanske ali farmakološke narave**, zaradi česar povzročijo **obstrukcijo ali motnjo v delovanju srca in krvnega obtoka**, vendar so ob pravočasnem ukrepanju pogosto povsem popravljivi.

Tamponada srca nastane, ko se v perikardni votlini nabere kri ali druga tekočina, ki mehansko ovira polnjenje srca in s tem zmanjša srčni iztis. Najpogosteje nastopi po penetrantnih poškodbah prsnega koša, po kardiokirurških posegih ali pri disekciji aorte. Klinično se kaže z Beckovo triado – hipotenzijo, tihimi srčnimi toni in nabrekli vratnimi venami. Potrdimo jo z ehokardiografijo, zdravljenje pa je urgentna perikardiocenteza ali kirurška revizija.

Tenzijski (napetostni) pnevmotoraks nastane, ko zrak zaradi poškodbe plevralne stene ali pljuč uhaja v plevralno votlino, vendar ne more izstopiti, zato naraščajoči tlak stisne pljuča in mediastinum ter ovira venski priliv. Posledice so huda hipoksija, hipotenzija in srčni zastoj. Klinična diagnoza temelji na odsotnosti dihalnih šumov, distenziji vratnih ven in deviaciji sapnika. Ukrep je takojšnja dekompresija z iglo v drugem medrebrnem prostoru v medioklavikularni liniji, nato vstavljanje torakalnega drena.

Tromboembolija pljuč je pogost in pogosto spregledan vzrok zastoja, predvsem pri bolnikih po operacijah, pri dolgotrajni imobilizaciji ali malignomih. Obstrukcija pljučne arterije povzroči nenadno desnostransko srčno odpoved in hudo hipoksijo. Bolnik se lahko zruši brez opozorilnih znakov. Med oživljanjem je pomembno razmišljati o tej možnosti, zlasti ob elektrokardiografskih znakih obremenitve desnega srca. Če diagnozo potrdimo, je potrebno takojšnje sistemsko ali lokalno dajanje trombolitika, kadar ni kontraindikacij.

Tromboza koronarne arterije je najpogostejši vzrok nenadnega srčnega zastoja pri odraslih. Zapora koronarne arterije vodi v ishemijo in ventrikularno fibrilacijo. V teh primerih oživljanje pogosto uspe, vendar je nujno čimprejšnje izvajanje koronarografije in reperfuzijskega zdravljenja, da se prepreči ponovitev zastoja in zmanjša obseg poškodbe miokarda.

Toksini ali zdravila predstavljajo širok spekter možnih vzrokov zastoja – od prevelikih odmerkov sedativov, anestetikov, antidepressivov, kalcijevih antagonistov do zastrupitev z ogljikovim monoksidom. Pomembno je prepoznati klinični kontekst in zgodovino zaužitja. Zdravljenje temelji na podpornih ukrepih, odpravi toksina, po potrebi z antidotom (npr. nalokson, flumazenil, lipidna emulzija).

Skupina 5 T tako predstavlja **mehanske in toksične vzroke srčnega zastoja**, pri katerih je ključna hitra prepoznava. Uporaba ultrazvoka ob postelji (POC-US, iz angl. *Point-of-care ultrasound*) ima v teh primerih neprecenljivo vlogo, saj omogoča takojšnjo vizualno potrditev tamponade, pnevmotoraksa ali masivne pljučne embolije. Zdravnik mora obvladati te diagnostične korake tudi med samo reanimacijo, saj lahko pravilno prepoznan »T« pomeni rešeno življenje.

Tabela 1. Reverzibilni vzroki srčnega zastoja – načela 5 H 5 T.

5 H	5 T
Hipovolemija Izguba krvi ali tekočin – zmanjšan venski priliv in srčni iztis	Tamponada srca Nabiranje tekočine v perikardu – moteno polnjenje srca
Hipoksija Pomanjkanje kisika – miokardna hipoksija, bradikardija, asistolija	Tenzijski pnevmotoraks Zrak pod tlakom v plevri – kompresija pljuč in mediastinuma
Hipokaliemija Izguba kalija (bruhanje, driska, diuretiki) – podaljšan interval QT, ventrikularne aritmije	Tromboembolija pljučna Zapora pljučne arterije – desnostranska srčna odpoved, hipoksija
Acidoza (H⁺) Hipoksija ali hipoperfuzija – kopičenje laktata, depresija miokarda	Tromboza koronarna Zapora koronarne arterije – ventrikularna fibrilacija, ishemija
Hipotermija Postopno ogrevanje, ogrevane tekočine, zunanji in notranji viri toplote	Toksini Zastrupitve (zdravila, droge, CO) – motnje ritma, depresija CŽS

CO, ogljikov monoksid; CŽS, centralni živčni sistem.

ZAKLJUČEK

Koncept **5 H in 5 T** ostaja temeljni klinični okvir pri **naprednem oživljanju** in obravnavi srčnega zastoja. Gre za sistematičen način razmišljanja, ki zdravniku in celotni reanimacijski ekipi pomaga, da tudi v izjemno stresnih okoliščinah ne spregledajo vzrokov, ki so **potencialno popravljivi**. Medtem ko so nekateri zastoji posledica ireverzibilnih strukturnih okvar srca ali napredovale bolezni, je presenetljivo veliko bolnikov mogoče rešiti, če se **reverzibilni vzrok pravočasno prepozna in odpravi**.

Uspešno oživljanje zato ne temelji le na pravilno izvedenih tehničnih postopkih, temveč tudi na **kliničnem razmišljanju in sposobnosti povezovanja simptomov z možnimi vzroki**. Redno izobraževanje, timsko delo in uporaba orodij, kot je **ultrazvok ob postelji**, omogočajo, da se koncepta 5 H in 5 T ne uporabljata le kot mnemotehniki, temveč kot **živa klinična algoritma**, vgrajena v vsak postopek reanimacije.

V praksi to pomeni, da mora vsak izvajalec naprednega oživljanja ob vsakem srčnem zastoju aktivno razmišljati: *Ali sem izključil hipovolemijo? Ali sem zagotovil oksigenacijo? Ali sem preveril elektrolite, izključil tamponado, pnevmotoraks ali trombozo?* Tak pristop ne le poveča možnosti za povrnitev spontanega obtoka, ampak tudi zmanjšuje tveganje za ponovitev zastoja po uspešni reanimaciji.

Sistematično iskanje in odpravljanje vzrokov po načelih **5 H in 5 T** je zato eden najpomembnejših stebrov sodobne urgentne medicine – povezava med znanjem, opazovanjem in odločnim ukrepanjem.

Literatura

- American Heart Association. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020;142(Suppl 2):S366–468. doi:10.1161/CIR.0000000000000916.
- European Resuscitation Council. ERC Guidelines 2025: Scope Document. Niel (Belgium): European Resuscitation Council; 2024. Dostopno na: https://cprguidelines.eu/assets/guidelines/ERC-Guideline-2025-Scope-Document-final_version.pdf.
- Nolan JP, Monsieurs KG, Perkins GD, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: Advanced Life Support [Internet]. Brussels: European Resuscitation Council; 2025 [citirano 2025 okt 21]. Dostopno na: <https://cprguidelines.eu>.
- Slovensko združenje za urgentno medicino, Slovenski reanimacijski svet. Smernice za oživljanje 2025: slovenska izdaja [Internet]. Ljubljana: Slovensko združenje za urgentno medicino; 2026. Dostopno na: https://www.szum.si/wp-content/uploads/2026/01/smernice-za-ozivljanje-2025-prva_verzija.pdf.
- Soar J, Böttiger BW, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: Adult Advanced Life Support. *Resuscitation*. 2025;215(Suppl 1):110769. doi:10.1016/j.resuscitation.2025.