

Estrazione di pacemaker Leadless: tips and tricks

V.E. Santobuono MD-Phd FESC



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

FAVORISCONO IL LEADLESS

- assenza o difficoltà di accesso venoso superiore
- alto rischio di infezione di tasca o di elettrocatetere
- pregressa infezione CIED o paziente in emodialisi
- necessità di solo pacing ventricolare singolo
- paziente fragile, a rischio di complicanze pocket o lead

RICHIEDONO CAUTELA

- necessità prevedibile di CRT / ICD o pacing fisiologico
- paziente giovane: pianificare più device ed EOS
- anatomia di ventricolo o atrio destro sfavorevole
- pacing burden elevato con rischio di PICM
- dipendenza da pacing senza piano di bailout

*Il leadless: riduce le complicanze di tasca e di catetere, ma **trasferisce il problema alla gestione del ciclo di vita intracardiaco.***

Glikson M et al. Eur Heart J 2021;42:3427-3520 · Boersma LV et al. Europace 2022;24:1691-1708



Perché il tema è ora attuale

Micra leadless pacemaker revisions: incidence, characteristics, and outcomes from a multicentre French cohort. EP Europace. 2025;27(12):euaf291. doi:10.1093/europace/euaf291.

2026HRS/AHA/APHRS/EHRA/IDSA/LAHRs/PACES/STS expert consensus statement update on cardiovascular implantable electronic Device lead management and extraction. [Articles in Press](#) April 23, 2026



> 200.000

LP impiantati nel mondo



5 anni

Nei prossimi 5 anni la gestione dell'EOS diventerà sempre più frequente.



> 1

dispositivo per paziente nell'arco della vita

Le linee guida sull'estrazione transvenosa non danno raccomandazioni specifiche per i LP. **Il documento di consenso internazionale 2026** conferma che l'esperienza di **retrieval precoce** di Micra e Aveir è ormai ben descritta, mentre i dati a lungo termine **sull'estrazione**, sono ancora non solidi ma in crescita (13-14%)

Impianto



Follow-up



ERI / EOS



Decisione



Rimozione o
abbandono

Il leadless pacing è consolidato. Il problema emergente non è più impiantare, ma **gestire il dispositivo lungo tutta la vita del paziente.**





Approccio lifecycle

La gestione del lead, **leadless compreso**, va pensata già all'impianto: comorbidità, aspettativa di vita, conseguenze di future revisioni.



Abbandono vs estrazione

Decisione strutturata e patient-centered lungo tutto lo spettro: pianificazione procedurale, esecuzione, gestione post-procedura.



Imaging e strumenti

Ruolo crescente dell'imaging e dei nuovi strumenti di estrazione; **protocolli standardizzati per migliorare gli outcome.**



Competency e centro

Requisiti di training, competenza dell'operatore e infrastruttura istituzionale per **programmi di estrazione sicuri.**



Monitoraggio remoto

Integrato come **strumento di sicurezza** per intercettare precocemente malfunzionamento, soglia e batteria.



Interazioni TV e device

Considerati gli interventi sulla tricuspid e le **interazioni TV-device e device-device** nelle scelte di gestione.



COSA CAMBIA CON IL CONSENSO 2026 SUL LEAD MANAGEMENT

4.2.2 Retrieval and extraction of leadless pacemakers

Recommendations for the retrieval and extraction of leadless pacemakers

COR	LOE	Recommendations
1	B-NR	1. In patients with a proven leadless device infection, device removal using contemporary extraction techniques is recommended. ^{45–47}
1	B-NR	2. In patients with micro- or macrodislodgement of a leadless pacemaker, device removal is recommended. ⁴⁸
2a	B-NR	3. In patients with suboptimal pacing parameters early after implantation, device removal is reasonable. ⁴⁸
2a	C-LD	4. In patients with a leadless pacemaker who require battery replacement or device upgrade years after implantation, a strategy of either device removal or abandonment is reasonable using a patient-centered approach and shared decision making. ^{35,49}
1	C-EO	5. In patients undergoing leadless pacemaker extraction, the extraction procedure should be performed in a center with expertise in snaring and contemporary extraction techniques.



Accesso, snaring e imaging



Accesso femorale + snaring

Si aggancia il retrieval feature prossimale (presente su ogni LP) con snare a singola o tripla ansa.



Introduttore 27 Fr (OD)

Introduttore dedicato/d'impianto; approccio telescopico con introduttori aggiuntivi (es. deflettibile 8 Fr) per dirigere lo snare.



Imaging: fluoroscopia biplana + ICE/TEE

Orientamento, mobilità, incapsulamento, accessibilità del docking button; sorveglianza delle complicanze.



Approccio giugulare di riserva

Utile quando l'accesso inferiore fallisce o l'anatomia non consente di agganciare il docking feature.



Micra vs Aveir



Caratteristica	Micra (Medtronic)	Aveir VR/AR (Abbott)
Fissazione	Uncini (tines), passiva	Elica avvitabile, attiva
Strumento di rimozione	Nessun sistema dedicato: introduttore, delivery e snare	Catetere di retrieval dedicato deflettibile con tri-loop snare
Filosofia a fine vita	Programmabile OFF e abbandonato, oppure rimosso	Progettato per essere rimosso e sostituito
Longevità batteria (stima)	~8.4/11 (VR1/VR2) VVI - 7,7/11 anni (AV1/AV2) VDD	~16,1 anni (VR) - 11,2/14 (AR/AR2) in VVIR/AAIR ~10,1 anni (VR) - 7/8.8 (AR/AR2) in DDDR

Da ricordare. Aveir non è sempre rimovibile: il sistema dedicato facilita il retrieval, ma la decisione resta legata a sede, dwell time, incapsulamento e rischio del singolo paziente.

Parametri di calcolo longevità: 100% pacing, 60 bpm, output 1.5V @0.4 ms, 600 Ohms

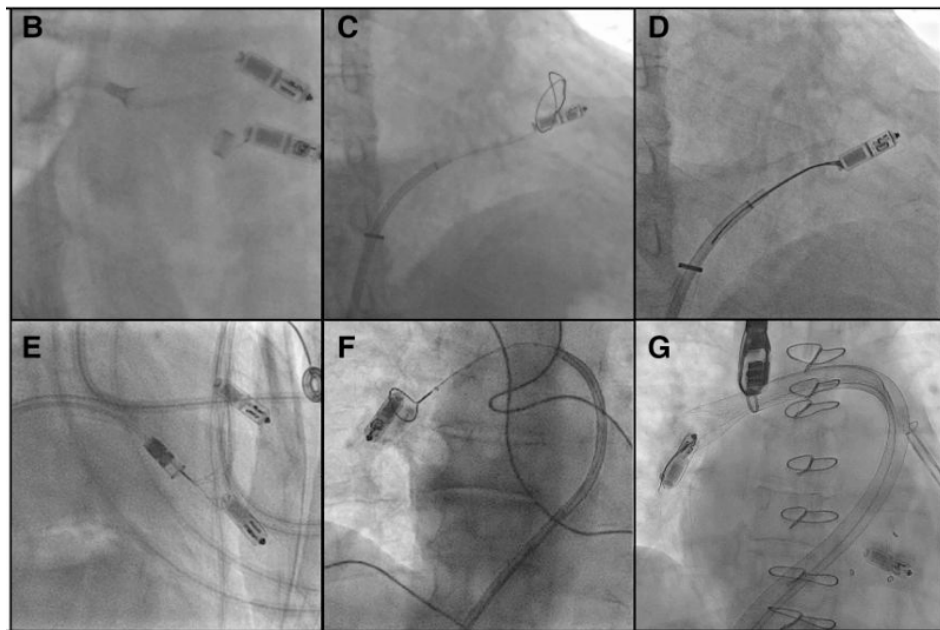
Abbott. Aveir™ Leadless Pacemaker, Model LSP201A, LSP203A, LSP202V Instructions for Use.

Medtronic. Micra™ AV2 Leadless Pacemaker (Model MC2AVR1) Product Specifications; Medtronic. Micra™ AV Leadless Pacemaker (Model MC1AVR1) Product Specifications.

Medtronic Micra™ VR2 Leadless Pacemaker (Model MC2VR01) Product Specifications; Medtronic Micra™ VR Leadless Pacemaker (Model MC1VR01) Product Specifications.



Nessun sistema dedicato all'estrazione: la rimozione si può eseguire utilizzando materiale ad uso endovascolare vario.



Gli strumenti endovascolari utilizzati in letteratura per l'estrazione di pacemaker leadless Micra sono vari: la scelta di approccio può dipendere da disponibilità materiali endovascolari, esperienza dell'operatore con l'uso di alcuni strumenti, zona target di cattura.

- B: Delivery di rilascio Micra + microsnare 5–7 mm**
- C-D: Introduttore deflettibile “Agilis” + snare 20–30 mm**
- E: Catetere di recupero 3 loop snare Aveir**
- F: catetere multiuso + snare Goose Neck 10 mm**
- G: Sistema di recupero a cestello ONO (LPM migrato in arteria polmonare)**



Micra: strumenti «off-the-shelf»

Nessun sistema dedicato all'estrazione: la rimozione si può eseguire utilizzando materiale ad uso endovascolare vario.
Tre approcci descritti in letteratura:



1 • Delivery di rilascio Micra + snare 5–7 mm

✓ Contro-trazione reale dal cup; comodo se si reimpianta nello stesso tempo.

✗ Snare max 7 mm (lume 3,8 Fr): snaring difficile e lento. Delivery di rilascio non disponibile separato da LPM. (2 operatori esperti)



2 • Introduttore deflettibile + snare 20–30 mm

✓ Maggiore sterzabilità e snare più grandi (sheath-in-sheath in 27 Fr).

✗ Nessuna contro-trazione: la guaina non avanza sul device.



3 • Catetere Aveir usato sul Micra

✓ Offre sia sterzabilità sia contro-trazione (sleeve sul corpo).

✗ Richiede lo strumento dedicato di un altro produttore.



1

Docking button integrato

Il dispositivo leadless è progettato per interfacciarsi con uno strumento di recupero dedicato.

2

Tri-loop snare deflettibile

Sistema mono-operatore; si cattura il dispositivo avanzando il catetere di rilascio attraverso la tricuspide.

3

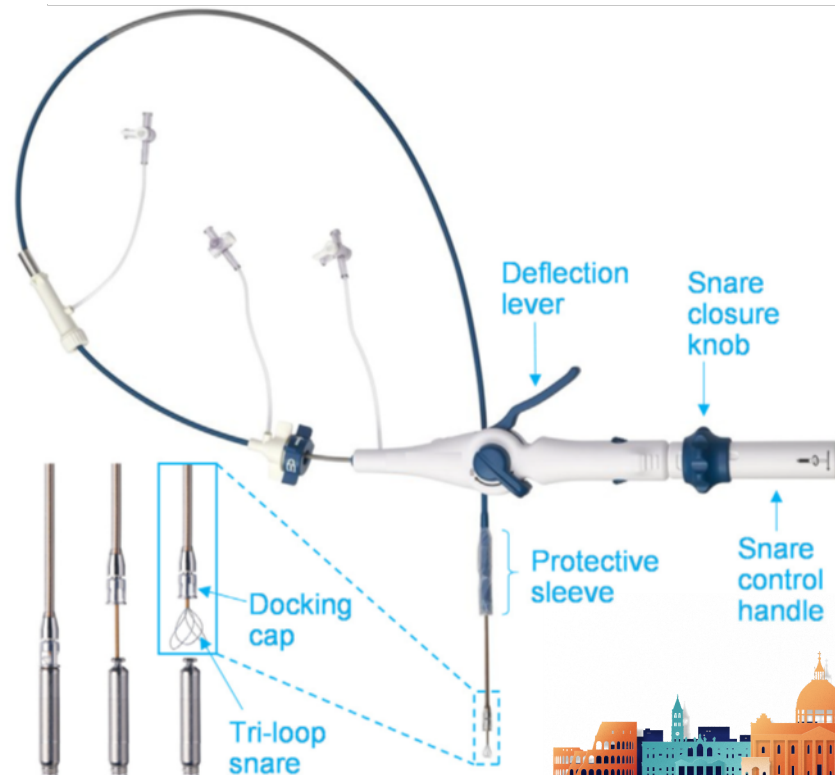
Ri-aggancio + sleeve protettiva

La sleeve avanza sul corpo del LPM e fornisce contro-trazione contro il miocardio.

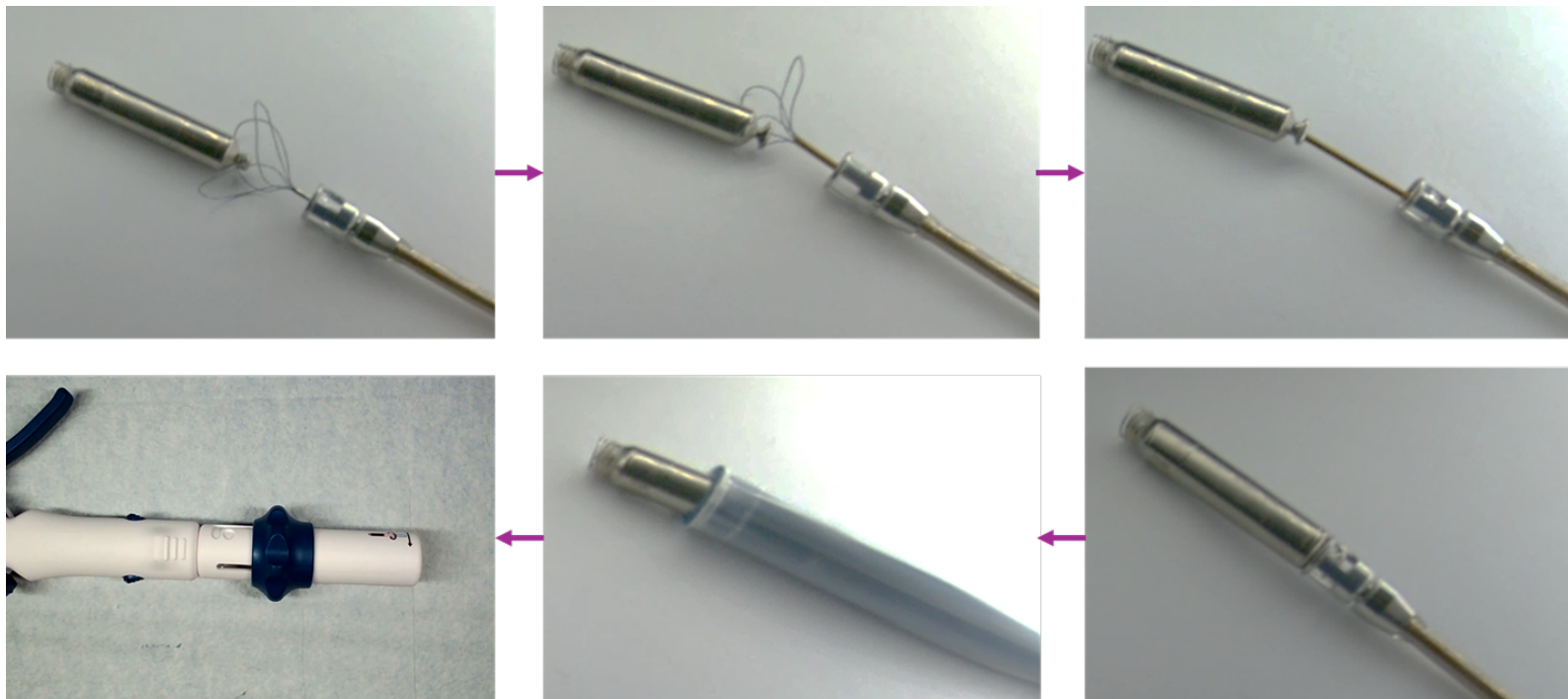
4

Svitamento dell'elica

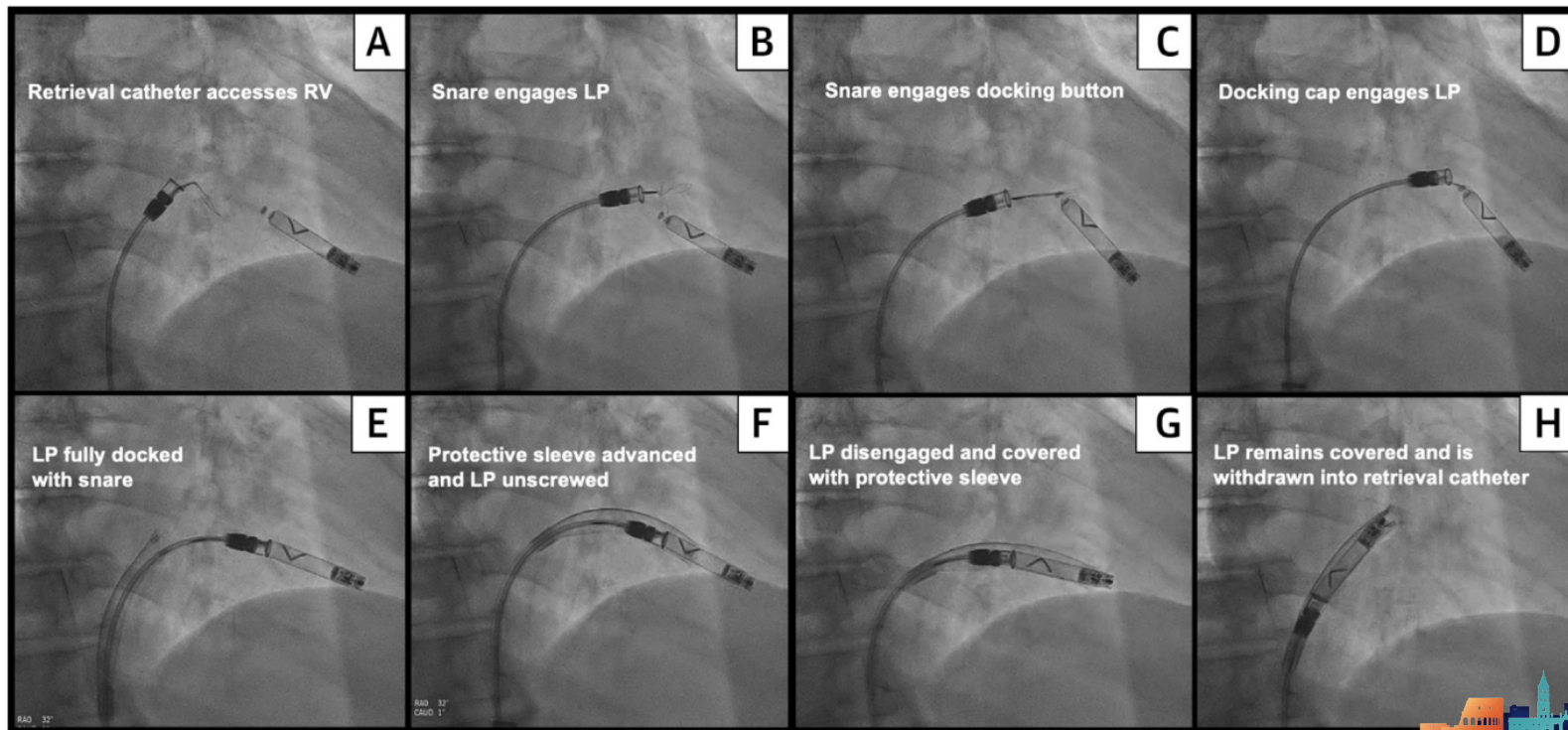
Rotazione antioraria osservando 3 giri completi del marker radiopaco.



Aveir: recupero step by step



Aveir: recupero step by step

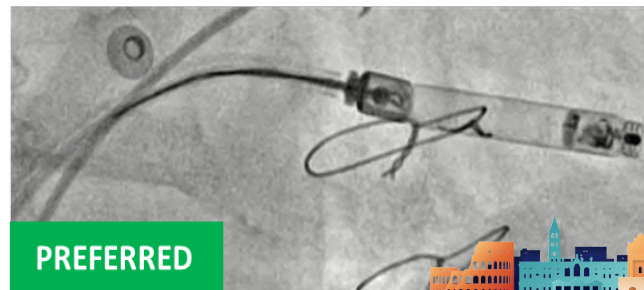


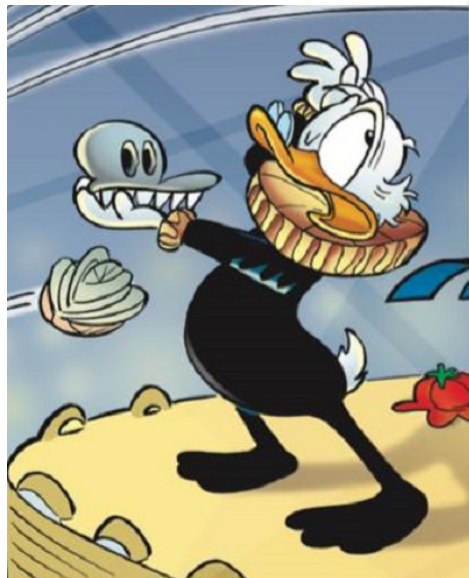
Aveir: recupero step by step



TIPS and TRICKS

- Non avanzare o manipolare mai il catetere con gli snare chiusi. Aprire immediatamente gli snare se il pulsante di aggancio non è bloccato.
- Potrebbe essere necessario riposizionare il catetere di recupero avanzandolo o ritraendolo e modificando l'orientamento degli snare.
- Il riposizionamento degli snare può essere necessario avanzando o ritraendo il catetere, deviandolo o modificandone l'orientamento tramite rotazione.
- Spingere gli snare contro il LP può aiutare a confermare l'allineamento sul piano corretto.





Favours Abandonment

- Newly implant device deemed to be "Last Pacing Device" based on expected lifespan
- High degree or complete encapsulation
- Patient end-of-life
- Higher risk patients (e.g., elderly, comorbidities)
- Potential need to re-activate the LP as primary pacing device
- Desire for backup LP pacing support (i.e., VVI 40)

Situation & Device Dependent

'The Grey Zone'

- Pacing failure
- Pacing induced cardiomyopathy
- Device advisory
- Battery EOL
- Battery Failure
- Need for Dual-Chamber Pacing / AV Synchrony
- Pacemaker Syndrome
- Pacing Failure
- Elevated thresholds > 90 days
- Need for CRT upgrade
- Need for ICD upgrade

Favours Removal

- Acute Device Embolization
- Acute Device Malfunction
- Acute Partial or Complete Dislocation
- Elevated Capture Threshold or Loss of Capture after tether removal
- LP used as "bridge" to next device
- Incessant VT due to LP
- RVOT obstruction
- LP Vegetation with Persistent Bacteraemia
- Lower risk patients (e.g., young, prior cardiothoracic surgery)



36–52% scelgono la rimozione

Favoriscono la RIMOZIONE

- Fallimento all'impianto o complicità < 30 giorni
- Embolizzazione / dislocazione del device
- Aritmie incessanti da LP; ostruzione del tratto di efflusso VD
- Infezione con vegetazioni e batteriemia persistente
- Uso come «ponte»; paziente giovane (più device nella vita)

48–64% scelgono l'abbandono

Favoriscono l'ABBANDONO

- Nuovo device considerato «ultimo pacemaker»
- Incapsulamento elevato o adesione tricuspidalica in procedura
- Paziente ad alto rischio procedurale
- Desiderio di un device di backup riattivabile
- EOS per causa diversa dall'esaurimento batteria

Procedura fattibile in centri esperti, non sicura in senso assoluto: l'esito dipende da sede, dwell time e incapsulamento.





EOS / ERI

fine servizio o indicatore di
sostituzione



Abbandono programmazione OFF/000,
nuovo device in altra sede, controllo
interazione device-device



Rimozione snaring/retrieval, contro-
trazione se disponibile, pacing
temporaneo e gestione complicanze



Decisione condivisa

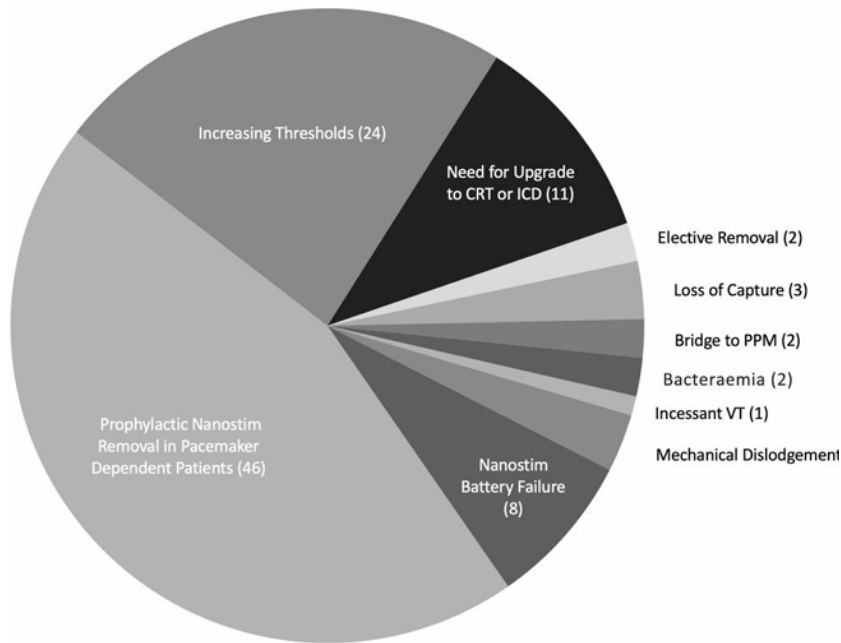
Età · aspettativa di vita · rischio procedurale ·
dwell time · tipo di device · upgrade futuri

Punto chiave. In assenza di score di rischio validati **la scelta resta clinica e centro-dipendente**: va individualizzata, non standardizzata.

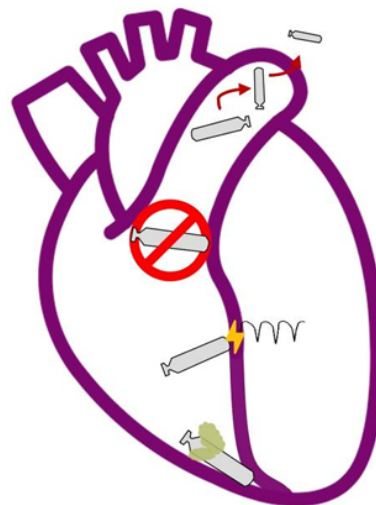


End of Service: quando estrarre

PRINCIPALI CAUSE DI END OF SERVICE



PRINCIPALI DRIVER DI ESTRAZIONE LPM



LP Embolization
causing great artery damage and infarction

RVOT Obstruction
with right sided heart failure

Ventricular Arrhythmias
immediately following device implant

LP Vegetations
preventing clearing of blood cultures



Sfide nella rimozione



Tecnica del doppio snare

uno snare stabilizza corpo e uncini del device ipermobile; il secondo cattura il retrieval feature e ottiene l'allineamento coassiale.



Embolizzazione in arteria polmonare

catetere multipurpose su guida con snare goose-neck; in alternativa cestello o aspirazione secondo disponibilità.



Approccio giugulare

opzione di riserva o secondo snare quando l'accesso femorale da solo non consente aggancio o mobilizzazione.



Regola d'oro: la coassialità

Il device rientra nella guaina solo se coassiale. Se è perpendicolare va prima orientato: due snare lo allineano. Confermare sempre in proiezioni fluoroscopiche ortogonali prima di tirarlo dentro.

ICE o TEE nei casi complessi per orientamento, mobilità, incapsulamento e sorveglianza delle complicanze.



Sicurezza dell'abbandono e longevità

< 1%

del volume del VD occupato dal LP;
sede di impianto e dimensioni camera
target sono cruciali.

fino a 3

LP accolti nel VD senza contatto
(preclinico)

MRI
conditional

compatibile anche da spento o in
presenza di più sistemi leadless MRI.



Longevità della batteria

Micra: ~8.4/11 (VR1/VR2) VVI

~ 7,7/11 anni (AV1/AV2) VDD

Aveir: ~16,1 anni (VR) - 11,2/14 (AR/AR2) in VVIR/AAIR

~10,1 anni (VR) - 7/8.8 (AR/AR2) in DDDR



Tip pratico

Impiantare il nuovo device in sede diversa
dal vecchio e ad una distanza tale da
evitare il contatto durante il ciclo
cardiaco.

Parametri di calcolo longevità: 100% pacing, 60 bpm, output 1.5V @0.4 ms, 600 Ohms

Abbott. Aveir™ Leadless Pacemaker, Model LSP201A, LSP203A, LSP202V Instructions for Use.

Medtronic. Micra™ AV2 Leadless Pacemaker (Model MC2AVR1) Product Specifications; Medtronic. Micra™ AV Leadless Pacemaker (Model MC1AVR1) Product Specifications.

Medtronic Micra™ VR2 Leadless Pacemaker (Model MC2VR01) Product Specifications; Medtronic Micra™ VR Leadless Pacemaker (Model MC1VR01) Product Specifications.



Micra PAR a 5 anni: dati di sicurezza a supporto del lifecycle management

1809

pazienti

179 centri · 23 Paesi

51,1

mesi di follow-up

mediana

4,5%

complicanze maggiori

a 60 mesi

4,9%

revisione di sistema

a 60 mesi



Messaggio di sicurezza

Complicanze e revisioni restano sotto il 5% a 5 anni. Possibili fino a 3 LP nel VD senza contatto; sistemi MRI-conditional anche da spenti.



Messaggio di prudenza

Dati di performance e sicurezza a medio-lungo termine, ma non risolvono da soli il tema dell'EOS nei pazienti con lunga aspettativa di vita.



DATI REAL-WORD: Le revisioni Micra, coorte francese multicentrica

Cause di revisione

8994

Micra impiantati

100

revisioni (1,1%)

30

rimozioni tentate

97%

successo della
rimozione

Come leggerlo



La revisione è infrequente ma reale. Molti casi si gestiscono senza rimozione, ma quando indicata l'estrazione ha alta fattibilità in casi selezionati. Va discussa caso per caso, senza complicanze maggiori riportate nella coorte.

Jacon P et al. Micra leadless pacemaker revisions. *Europace* 2025;27:euaf291



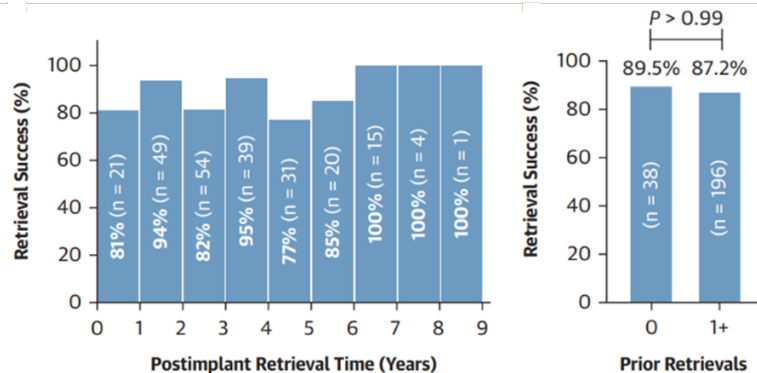
Rimovibilità e predittori di successo



Esperienza mondiale (Neuzil 2025):

Recupero cronico di LPM a fissazione attiva SU 201 pazienti

Tasso di successo alto e stabile dell' 88%, fino a ≥ 9 anni dall'impianto, indipendente da tempo di impianto e da esperienza operatore con procedura di estrazione.



Predittore di successo

34 pazienti, impiantati da 1570 +/- 479 giorni.

Dispositivi con «Swinging motion» del docking button $> 15^\circ \rightarrow$ tasso di rimozione del 100%



Dislocazione acuta: Tips dai case report

- Contare le rotazioni dell'elica e verificare il current of injury (COI).
- Non intrappolare tessuto tra docking button e docking cap.





ESC

European Society
of Cardiology

Europace (2024) 26, euae256
<https://doi.org/10.1093/europace/euae256>

CLINICAL RESEARCH

Transcatheter non-acute retrieval of the tine-based leadless ventricular pacemaker

Moritoshi Funasako ^{1*}, Pavel Hála ¹, Marek Janotka¹, Jan Šorf², Lucie Machová¹, Jan Petrů¹, Milan Chovanec¹, Jan Škoda¹, Lucie Šedivá ¹, Jaroslav Šimon¹, Libor Dujka¹, Vivek Y. Reddy ^{1,3}, and Petr Neužil ¹

¹Cardiology Department, Na Homolce Hospital, Roentgenova 37/2, 15030 Prague, Czech Republic; ²Medtronic, Minneapolis, MN, USA; and ³Department of Cardiology, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

Received 16 June 2024; accepted after revision 3 September 2024; online publish-ahead-of-print 7 October 2024

Tips dai case report



- Tasso di successo elevato fino a 89% (popolazione ristretta: 8 su 9 pazienti) fino a 9 anni post impianto



Micra: Rimovibilità in case series

Table 2 Recently reported TPS retrievals

Study	Publish	Number	Age, Y	Implant duration	Retrieval success	Retrieval indication	Reimplant device
Minami et al. ⁸	2020	1	79	1215 days	100%	Battery depletion	TPS
Morita et al. ⁹	2023	1	78	5 days	100%	Infection	VVI
Patel et al. ¹⁰	2023	1	66	49 days	100%	Infection	N/A
Nozoe et al. ¹¹	2018	1	86	8 weeks	100%	Infection	N/A
Fichtner et al. ¹²	2019	1	83	1 day	100%	Dislodgement	VVI
Grubman et al. ¹³	2017	5	43–67	5–406 days	60%	N/A	TPS
Santobuono et al. ¹⁶	2023	1	85	19 months	100%	Battery depletion	MICRA AV
Karim et al. ¹⁷	2016	1	61	21 days	100%	High thresholds	TPS
Curnis et al. ¹⁸	2019	1	41	29 months	100%	Battery depletion	TPS
De Filippo et al. ¹⁹	2021	1	38	44 months	100%	Battery depletion	TPS
Callahan and Wilkoff ²⁰	2023	1	38	>5 years	100%	Upgrade to CRT	CRT
Kiani et al. ²⁶	2019	1	78	4 years	100%	Pacemaker syndrome	CRT-D
Chmielewska-Michalak et al. ²⁷	2024	1	76	70 months	100%	Battery depletion	TPS

AF, atrial fibrillation; AV, atrioventricular; CRT-D, cardiac resynchronization therapy defibrillator; TPS, transcatheter pacing system; VVI, single-chamber ventricular pacemaker.



Tips dai case report

- Tasso di successo elevato fino a 70 mesi post impianto





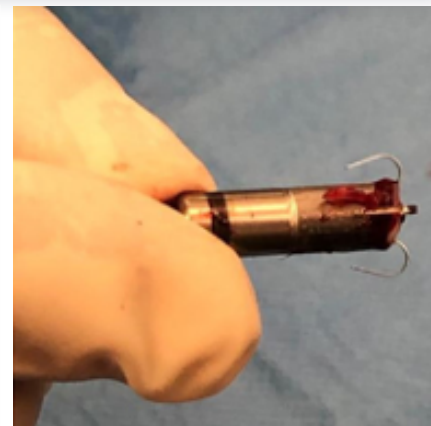
Tips dai case report

- Tasso di successo elevato fino a 47 mesi (popolazione ristretta: 10-29 pazienti)
- Incapsulamento non strettamente tempo-dipendente: Rimozione riuscita documentata anche con incapsulamento ~95% dopo 38 mesi (1 paziente)

Table 2 Studies investigating leadless pacemaker removal^a

Study	Publish year	Type of study	Device	Removal attempts (n)	Removal success, (n, %)	Implant duration	Indications for removal	Complications (n, %, reasons)	Reasons for Unsuccessful Removals
Afzal <i>et al.</i> ²¹	2018	Manufacturer Registry	Micra TPS	29	29 (100%)	Range 1-61 days	Immediate high threshold/ loss of capture (8), immediate dislodgement (3), delayed high threshold (11), infection (2), need for transvenous device (2), incessant VT (1)	0 (0%)	n/a
Bhatia <i>et al.</i> ²⁰	2021	Single-centre experience	Micra TPS	11	11 (100%)	Median 78 days (IQR 14-113)	High threshold (3), pacing induced cardiomyopathy (3), bridging to next device (3), endocarditis without LP involvement (3)	0 (0%)	n/a
El-Chami <i>et al.</i> ²	2024	Post-approval registry	Micra VR	10	10 (100%)	Range 0.1-47.4 months	Device upgrade (3), high threshold (7)	1 (10%), 1 LP entanglement in inferior vena cava filter	n/a

^aStudies are not mutually exclusive and may contain similar patient cohorts.





Caso di estrazione percutanea di un Micra AV per un raro esaurimento improvviso di batteria a 19 mesi dall'impianto, con impianto di nuovo leadless pacemaker nel VD.

Policlinico di Bari – UOC Cardiologia Universitaria

Pz 85 anni

Materiali:

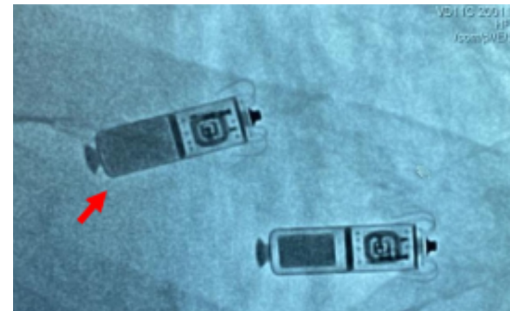
8.5-French AgilisNXT med-curl steerable introducer

23-French Micra introducer

7-French Atrieve Vascular Snare triple

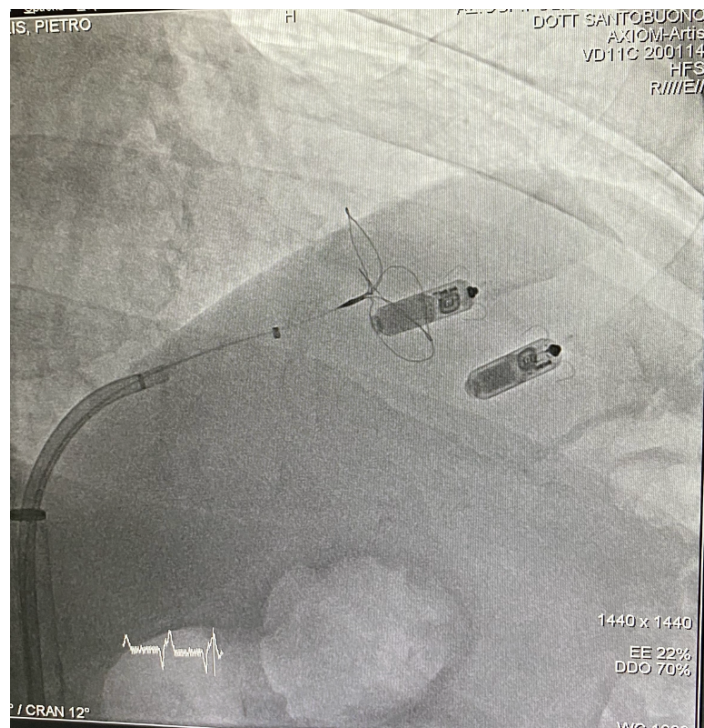
Take-home:

- procedura fattibile e sicura in centri esperti;
- nessun incapsulamento rilevato a 19 mesi dall'impianto
- valore della fluoroscopia attenta e del monitoraggio remoto, che ha intercettato il malfunzionamento



Percutaneous extraction of a Micra AV transcatheter pacing system due to a rare sudden battery failure after 19 months from implantation: A first experience worldwide. Santobuono et al. PACE DOI: 10.1111/pace.14714





Percutaneous extraction of a Micra AV transcatheter pacing system due to a rare sudden battery failure after 19 months from implantation: A first experience worldwide. Santobuono et al. PACE DOI: 10.1111/pace.14714



In atrio la procedura è più delicata



- Parete sottile dell'atrio destro aumenta il rischio procedurale di complicanze in acuto
- Sito di impianto poco standardizzato: lo studio clinico suggerisce base auricola
- Prossimità a strutture critiche
- Rischio di dislocazione verso il cuore sinistro



Recupero in cronico di Aveir AR: primi dati sull'uomo (multi-center Aveir DR i2i Study)

10 tentativi di recupero di Aveir AR
Tempo medio dall'impianto: 23.5 +/- 6.6 mesi [**13.0 – 31.2 mesi**]

Rate di successo del 100% (minima disruption tissutale)
Tempo medio di recupero 12.9 +/- 9.2 minutes



Recupero in cronico di Aveir AR: modello ovino

18 tentativi di recupero su 9 ovini.
Tempo medio dall'impianto: **1.9 anni** [1.8–2.6 anni]

Rate di successo del 100% (0% complicazioni)
Tempo medio di recupero 12.9 +/- 9.2 minutes

Necessità di maggiori dati in cronico a lungo termine per validare la fattibilità di una procedura di estrazione a lungo termine per la gestione dell'EOS



Una scelta «patient-centered»

Nessuno score di rischio validato: la decisione va individualizzata valutando opportunamente:

- ✓ Tipo di device / fissazione
- ✓ Dwell time e incapsulamento
- ✓ Indicazione all'EOS
- ✓ Età e aspettativa di vita
- ✓ Comorbidità e rischio procedurale
- ✓ Pacing-dipendenza e upgrade futuri



vantaggi

Rimovibilità «di sistema» (strumento dedicato, contro-trazione, elica svitabile) — vantaggio reale sul Micra, da calare nel contesto, con estrema cautela a livello atriale.



È anche una scelta del centro

Backup cardiocirurgico, ICE, strumenti di bailout e approccio multidisciplinare rendono proponibile la rimozione.



Grazie per l'attenzione

