

# Ostruzione coronarica acuta da dissezione spontanea o iatrogena: strategie di salvataggio

Lorenzo Azzalini<sup>1</sup>, Emmanouil S. Brilakis<sup>2</sup>, Mauro Carlino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The Zena and Michael A. Wiener Cardiovascular Institute, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

<sup>2</sup>Minneapolis Heart Institute and Minneapolis Heart Institute Foundation, Minneapolis, MN, USA

<sup>3</sup>U.O. Emodinamica e Cardiologia Interventistica, Dipartimento Cardio-Toraco-Vascolare, IRCCS San Raffaele, Milano

Percutaneous coronary intervention (PCI) has witnessed a period of remarkable advancements in the past decade. Such progress has promoted a pronounced expansion of the indication of PCI to what were previously considered untreatable lesions. This has particularly benefitted the field of chronic total occlusion (CTO). CTO operators often face challenging procedural scenarios, for which specific techniques have been developed. In this review, we will focus on and provide a detailed description of advanced percutaneous techniques aimed at solving a relatively rare complication of PCI of non-occlusive lesions, which is however associated with a large burden of morbidity and mortality: acute vessel closure due to coronary dissection.

**Key words.** Acute vessel closure; Coronary dissection; Recanalization; Subintimal hematoma.

G Ital Cardiol 2020;21(6 Suppl 1):355-415

## INTRODUZIONE

Il campo dell'interventistica coronarica percutanea (PCI) ha attraversato un periodo di intenso sviluppo nella scorsa decade. Questi progressi hanno permesso di estendere la possibilità di trattamento percutaneo anche a casi molto complessi, in particolare le occlusioni totali croniche (CTO) che storicamente hanno rappresentato il sottotipo di lesione più ostico. Gli operatori CTO si trovano frequentemente a fronteggiare scenari procedurali complessi, per i quali sono state sviluppate delle tecniche specifiche. In questa rassegna concentreremo la nostra attenzione su una complicanza dell'angioplastica di lesioni non occlusive relativamente rara, ma gravata da un'importante morbi-mortalità, l'ostruzione coronarica acuta da dissezione, e forniremo una descrizione dettagliata delle tecniche percutanee avanzate di risoluzione di questo scenario. Per una più ampia disamina sull'armamentario di tecniche CTO disponibili per risolvere situazioni procedurali complesse durante l'angioplastica di lesioni non-CTO, rimandiamo i lettori a una nostra precedente rassegna<sup>1</sup>.

L'ostruzione coronarica acuta può essere iatrogena (durante la PCI) o spontanea (dovuta a rottura di placca con formazione di trombo, oppure dovuta a compressione *ab extrinseco* da ematoma intramurale). L'ostruzione coronarica acuta può risultare particolarmente complicata da gestire per la difficoltà di manovrare le guide in assenza di flusso a causa della mancanza di circoli collaterali che possano visualizzare il letto coronarico a valle dell'ostruzione. L'incidenza di questa complicanza è inferiore allo 0.5%<sup>2</sup> e si associa a ischemia, in-

farto periprocedurale, instabilità emodinamica e morte, e può richiedere un intervento chirurgico di bypass aortocoronarico urgente in caso di insuccesso con tecniche di cardiologia interventistica.

Le cause principali di ostruzione coronarica acuta durante la PCI sono la dissezione e la trombosi acuta di stent. Siccome la gestione di quest'ultima richiede terapia medica e tecniche di PCI standard, in questa rassegna ci concentreremo unicamente sulle tecniche avanzate volte a risolvere l'ostruzione coronarica acuta da dissezione.

Le iniezioni anterograde di contrasto devono essere evitate, al fine di minimizzare la propagazione idraulica della dissezione. L'obiettivo finale in questo contesto è quello di ristabilire il flusso coronarico mediante stenting, cosa facile da compiere se una guida è già presente nel vero lume distale. A volte una guida convenzionale (*workhorse*) può essere avanzata attraverso il piano di dissezione fino a raggiungere il vero lume. Se ciò risulta impossibile, l'operatore potrà utilizzare varie tecniche mutuare dal mondo della CTO PCI al fine di ottenere la ricanalizzazione del vaso.

## TECNICHE DI "WIRING" AVANZATO

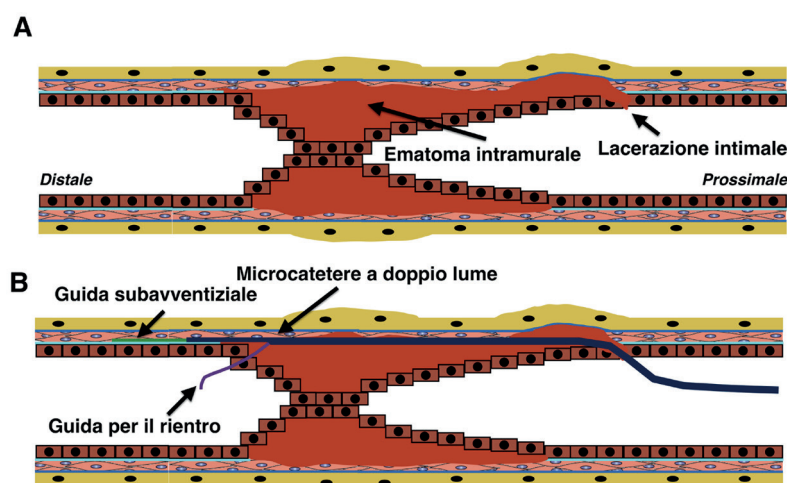
In caso di dissezione occlusiva in cui le manovre di recupero del vero lume con guide convenzionali è risultato inefficace, l'operatore potrà utilizzare guide dedicate per le CTO (di grammaggio intermedio o alto) per provare a rientrare nel vero lume distale. Tali guide possono essere avanzate con un microcatetere a doppio lume, in modo da facilitarne la navigazione fino al punto di occlusione, migliorarne la manovrabilità e proteggere il vaso prossimale (Figura 1). Questa strategia risulta particolarmente utile in caso di perdita di ramo secondario durante la PCI di una biforcazione. In tale scenario, infatti, è richiesto un certo "peso" della punta del filo guida (il cosiddetto grammaggio o *tipload*) per poter manovrare il filo guida attraverso le maglie dello stent e i piani di dissezione.

© 2020 Il Pensiero Scientifico Editore

Gli autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

Per la corrispondenza:

**Dr. Mauro Carlino** U.O. Emodinamica e Cardiologia Interventistica, Dipartimento Cardio-Toraco-Vascolare, IRCCS San Raffaele, Via Olgettina 60, 20132 Milano  
e-mail: carlino.mauro@hsr.it

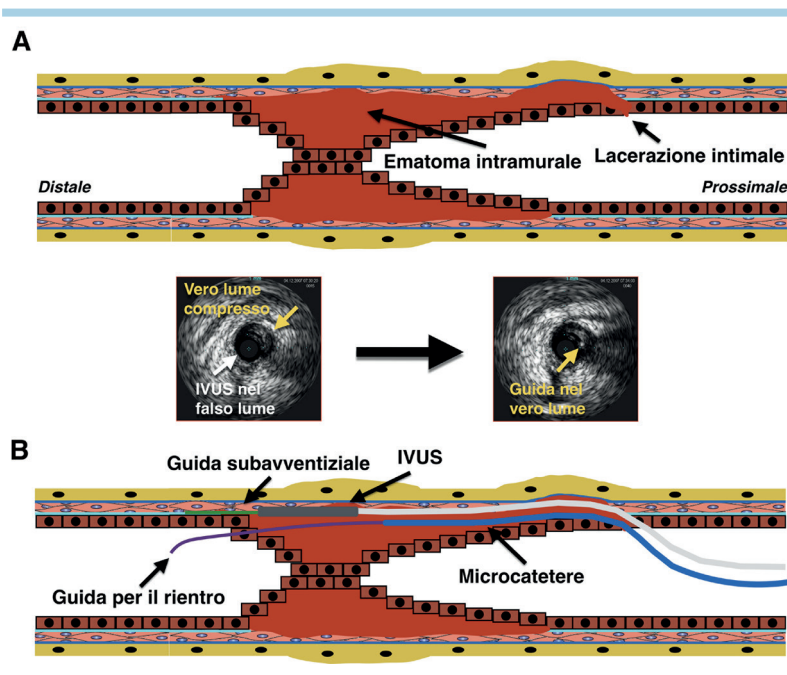


**Figura 1.** Rientro nel vero lume mediante un approccio con microcatetere a doppio lume, in caso di occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta secondaria a lacerazione intimale ed ematoma intramurale. (B) Un microcatetere a doppio lume viene avanzato su una guida nello spazio subavventiziale. L'operatore rientra nel vero lume utilizzando una guida a *tipload* intermedio o alto attraverso la porta *over-the-wire* del microcatetere a doppio lume.

### RIENTRO GUIDATO DA ECOGRAFIA INTRAVASCOLARE

L'ecografia intravascolare (IVUS) può essere utilizzata per guidare il rientro in caso di ostruzione coronarica acuta (Figura 2). Tale tecnica può risultare molto efficace, però richiede delle spiccate competenze nel campo dell'interpretazione delle

immagini IVUS. La sonda IVUS è avanzata nello spazio subavventiziale del vaso disseccato. Con un secondo catetere guida l'operatore può cannulare l'ostio della coronaria occlusa (tecnica *ping-pong*; *vide infra*), e avanzare con cautela una guida nel vero lume sotto guida IVUS in tempo reale. In alternativa, questa manovra può essere eseguita con un solo catetere guida, ma 8Fr.



**Figura 2.** Rientro nel vero lume guidato da ecografia intravascolare (IVUS) in caso di occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta. (B) Il catetere IVUS viene avanzato su una guida nello spazio subavventiziale e guida così il rientro nel vero lume con una seconda guida.

## TECNICHE DI DISSEZIONE/RIENTRO

### Stingray

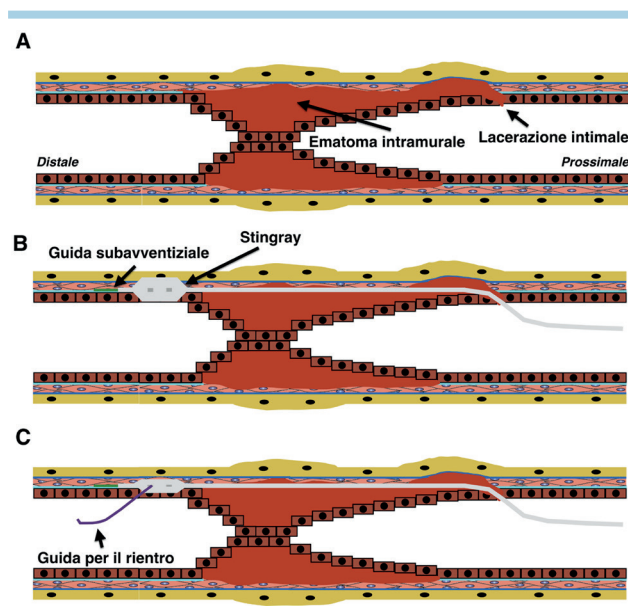
Sulla scorta dell'esperienza maturata nella CTO PCI, in seguito a passaggio (volontario o meno) di una guida nello spazio extra-placca (conosciuto anche come "subintimale" o "subavventiziale"), l'operatore può rientrare nel vero lume distale utilizzando il sistema Stingray (Boston Scientific, Marlborough, MA, USA)<sup>3</sup>.

Lo Stingray è un pallone a basso profilo con una morfologia semiconvessa, due porte d'uscita laterali per il rientro, e una porta distale che è utilizzata per avanzare il dispositivo alla zona di rientro. Con un gonfiaggio a bassa pressione, grazie alla sua forma, lo Stingray si orienta spontaneamente, seguendo il profilo circolare del vaso. Per il rientro può essere utilizzata una guida da CTO ad alto grammaggio oppure una guida dedicata dotata di una punta corta e affilata atta a perforare il tessuto che separa il vero lume dal falso lume (guida Stingray). Questa guida è quindi avanzata attraverso la porta d'uscita laterale prospiciente il vero lume, per ottenere il rientro<sup>4</sup>.

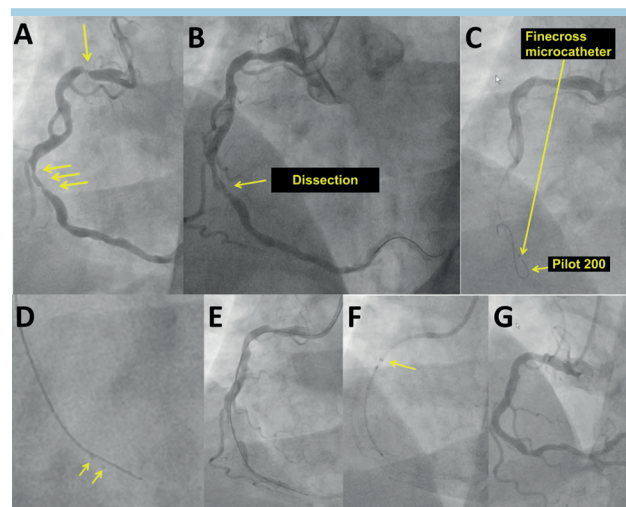
Il rientro dal falso lume con lo Stingray può essere applicato in scenari non-CTO, più specificamente nel contesto di ostruzione coronarica acuta da dissezione (Figura 3). Martinez-Ruymayor et al.<sup>5</sup> furono i primi a pubblicare un caso di dissezione coronarica occlusiva iatrogena in cui il controllo del vaso distale era stato perso. L'operatore, dopo aver avanzato una guida con conformazione tipo *knuckle* nello spazio subintimale a valle della dissezione, ha eseguito quindi un rientro con Stingray. La Figura 4 mostra questa tecnica e l'ottimo risultato angiografico finale.

### Antegrade fenestration and re-entry

Nel 2018, il nostro gruppo introdusse un nuovo tipo di tecnica di rientro per CTO PCI, chiamata "antegrade fenestration and re-entry" (AFR)<sup>6,7</sup>. L'AFR consiste nella creazione di molteplici fenestrazioni del *flap* di dissezione che separa il falso lume dal vero lume avanzando e gonfiando nello spazio subintimale un pallone da angioplastica. Questa tecnica viene usualmente applicata in seguito a *wiring* subintimale. Una seconda guida, in questo caso polimerica e a basso *tipload*, viene quindi avanzata in stretta prossimità con la prima (montata su un microcatetere convenzionale o a doppio lume), mantenendo la punta a livello immediatamente prossimale rispetto al cappuccio distale dell'occlusione. Il passaggio successivo consiste nell'avanzamento e gonfiaggio di un pallone (con diametro 1:1 rispetto al vaso) sulla prima guida, a livello del cappuccio distale. Questa manovra è volta a creare delle fenestrazioni transitorie tra il falso e il vero lume, le quali possono essere efficacemente attraversate dalla seconda guida, ottenendo così il rientro (Figura 5).



**Figura 3.** Rientro nel vero lume con Stingray in caso di occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta. (B) Il pallone Stingray viene avanzato su una guida nello spazio subavventiziale. (C) Una guida dedicata ad alto *tipload* viene quindi avanzata attraverso la porta d'uscita laterale prospiciente il vero lume, ottenendo il rientro.



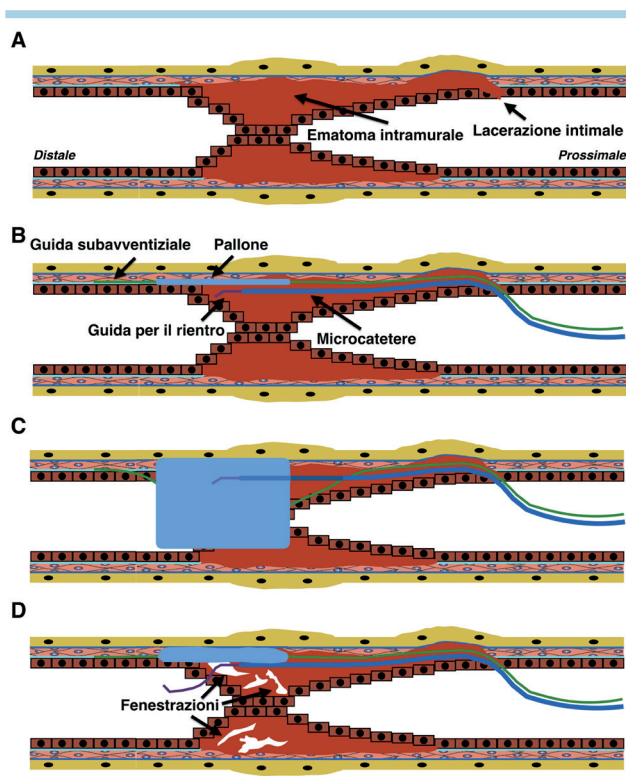
**Figura 4.** (A) Lesioni severe a livello della coronaria destra prossimale (freccia singola) e media (tripla freccia). (B) In seguito a predilatazione, viene osservata una dissezione a livello del tratto medio. L'operatore tenta quindi di impiantare uno stent, ma la manovra risulta difficoltosa a causa della tortuosità del vaso. Pertanto, viene persa la posizione della guida nel vaso distale, che si occlude completamente. In seguito a tentativi inefficaci di *rewiring*, (C) l'operatore avanza una guida Pilot 200 su microcatetere Finecross, facendole assumere una conformazione tipo *knuckle*. La guida viene avanzata, nello spazio subavventiziale, fino al tratto distale del vaso. A questo punto, il microcatetere viene rimosso, e l'operatore esegue (D) un rientro nel vero lume mediante Stingray (freccie). (E) Una successiva angiografia conferma la situazione intraluminali della guida Stingray. (F) Successivamente, vengono impiantati due stent mediante ausilio di estensione di catetere guida (freccia). (G) Risultato finale con flusso TIMI 3 e preservazione di tutti i rami laterali.

tion and re-entry" (AFR)<sup>6,7</sup>. L'AFR consiste nella creazione di molteplici fenestrazioni del *flap* di dissezione che separa il falso lume dal vero lume avanzando e gonfiando nello spazio subintimale un pallone da angioplastica. Questa tecnica viene usualmente applicata in seguito a *wiring* subintimale. Una seconda guida, in questo caso polimerica e a basso *tipload*, viene quindi avanzata in stretta prossimità con la prima (montata su un microcatetere convenzionale o a doppio lume), mantenendo la punta a livello immediatamente prossimale rispetto al cappuccio distale dell'occlusione. Il passaggio successivo consiste nell'avanzamento e gonfiaggio di un pallone (con diametro 1:1 rispetto al vaso) sulla prima guida, a livello del cappuccio distale. Questa manovra è volta a creare delle fenestrazioni transitorie tra il falso e il vero lume, le quali possono essere efficacemente attraversate dalla seconda guida, ottenendo così il rientro (Figura 5).

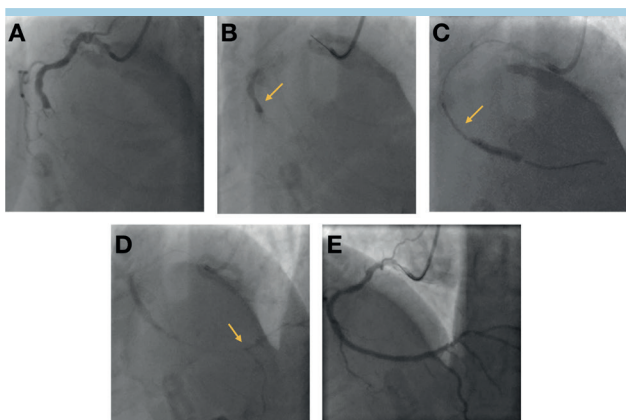
La versatilità dell'AFR è stata recentemente provata da Merella et al.<sup>8</sup> nel contesto di una dissezione iatrogena occlusiva in seguito a *wiring* difficoltoso di una lesione trombotica in corso di infarto con sopralslivellamento del tratto ST (Figura 6).

### Subintimal tracking and re-entry

La tecnica "subintimal tracking and re-entry" (STAR), introdotta da Antonio Colombo nel 2005, ha rappresentato la prima tecnica di dissezione/rientro nel campo della CTO PCI<sup>4,9</sup>. L'operatore crea un piano di clivaggio subintimale avanzando



**Figura 5.** Rientro nel vero lume con tecnica “antegrade fenestration and re-entry” in caso di occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta. (B) Una prima guida è avanzata nello spazio subavventiziale distalmente al punto di rientro desiderato. Un pallone (diametro 1:1 con il vaso) viene quindi avanzato su questa guida. Una seconda guida (polimerica e a basso *tipload*), supportata da microcatetere, è quindi avanzata fino al punto di rientro. (C) Il gonfiaggio del pallone a pressione nominale (D) crea delle fenestrazioni transitorie che possono essere attraversate dalla seconda guida, ottenendo così il rientro nel vero lume.

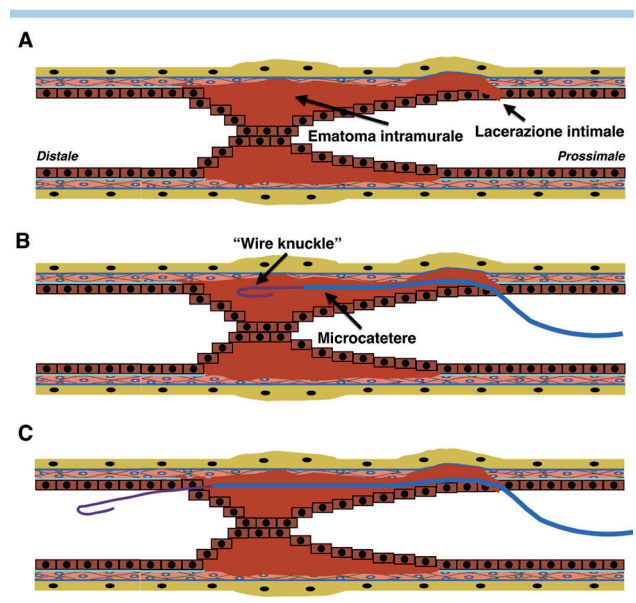


**Figura 6.** (A) Occlusione trombotica acuta della coronaria destra medio-distale nel contesto di infarto con soprasslivellamento del tratto ST. L’operatore avanza una guida nella distalità del vaso, credendo erroneamente di aver raggiunto il vero lume. Successivamente, in seguito a dilatazioni con pallone, (B) si osserva un flusso distale TIMI 0 dovuto a dissezione (freccia). (C) Viene dunque eseguita la tecnica “antegrade fenestration and re-entry” con un pallone 3.5 mm (gonfiato nel falso lume) e una guida Fielder XT-A (freccia), che viene avanzata nel vero lume distale, attraverso le fenestrazioni transitorie create dal gonfiaggio del pallone. (D) Un’iniezione di contrasto attraverso un microcatetere (freccia), avanzato su quest’ultima guida fino alla distalità del vaso, conferma la situazione intraluminale. (E) Buon risultato finale, in seguito a stenting.

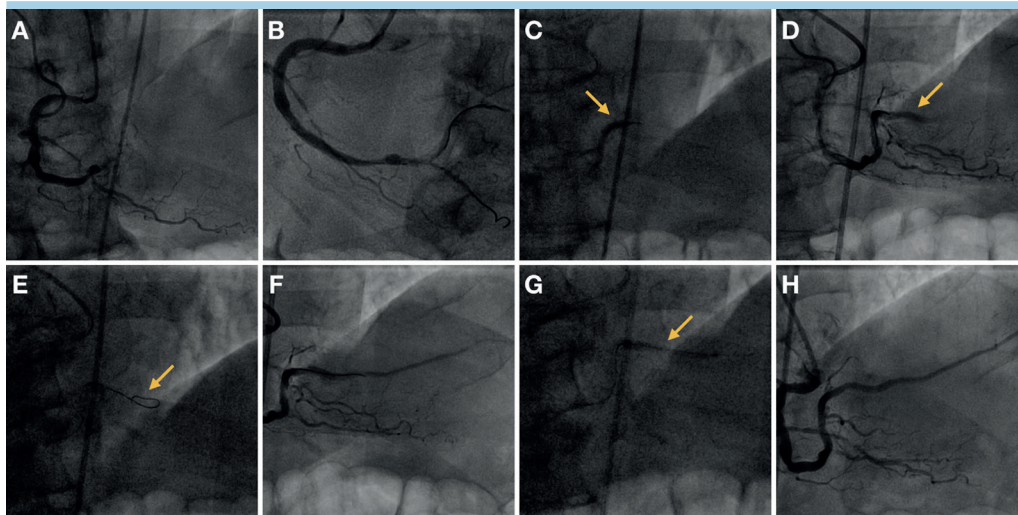
una guida polimerica con la punta forgiata “a manico d’ombrello”, in modo da ottenere un piano di dissezione lungo l’architettura del vaso. La guida viene avanzata finché rientra nel vero lume distale. Successivamente il nostro gruppo propose un’evoluzione di questa tecnica descrivendo la *contrast-guided STAR*. In tale variante, l’operatore inietta con forza 2-3 ml di contrasto attraverso il microcatetere nello spazio subintimale in modo da ottenere una ricanalizzazione idraulica del vaso<sup>4,10</sup>. Tuttavia, queste tecniche sono attualmente relegate come *ultima ratio* nell’armamentario dell’operatore CTO<sup>11</sup>, in quanto limitate da imprevedibilità e mancanza di controllo sul sito di rientro, con conseguenti lunghi tragitti subintimali, perdita di rami laterali e runoff distale subottimale: tutti questi fattori sono associati ad alti tassi di restenosi nel follow-up<sup>4,12,13</sup>.

Nonostante questi limiti, la STAR continua ad avere un ruolo importante nel trattamento di ostruzioni coronariche acute da dissezione PCI di lesioni non-CTO (Figure 7 e 8). Nel 2011, Carlino et al.<sup>14</sup> descrissero una serie di 11 pazienti che avevano sofferto una dissezione coronarica occlusiva da dissezione. In tutti i casi, l’operatore fu capace di ottenere la ricanalizzazione del vero lume distale mediante la STAR o la *contrast-guided STAR*. Il tasso di successo angiografico (ricanalizzazione del vaso con flusso TIMI 3) fu del 100%. Tuttavia, anche questa “rescue STAR” è gravata dalle stesse limitazioni della STAR convenzionale nel campo delle CTO, come è confermato da un tasso di rivascularizzazione del vaso target del 27.3% a un follow-up medio di 6 mesi. Pertanto, la rescue STAR deve essere utilizzata unicamente come *ultima ratio*, quando:

- gli altri metodi descritti in questo articolo hanno fallito;
- in caso di instabilità emodinamica secondaria all’occlusione coronarica acuta;



**Figura 7.** Rientro nel vero lume con tecnica “subintimal tracking and re-entry” in caso di occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta. (B) L’operatore avanza una guida polimerica con punta “a manico d’ombrello” (*knuckle wire*) nello spazio subavventiziale. (C) La guida *knuckle* viene avanzata finché crea una fenestrazione tra il falso e il vero lume, ottenendo il rientro.



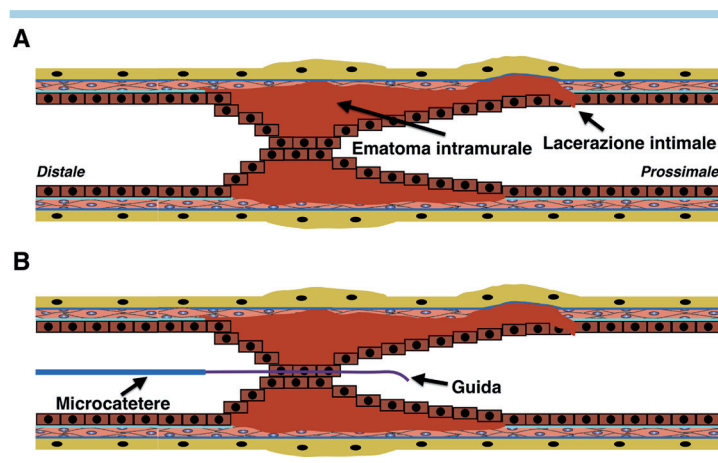
**Figura 8.** (A) Occlusione trombotica acuta del ramo posterolaterale nel contesto di infarto con sopraslivellamento del tratto ST. (B) *Wiring* del ramo posterolaterale e dell'interventricolare posteriore. (C) L'operatore perde il controllo con la guida della distalità del ramo posterolaterale. Il *rewiring* risulta difficoltoso e l'operatore procede involontariamente a stenting nel falso lume del ramo posterolaterale (freccia), (D) con conseguente flusso TIMI 0 distale (freccia). (E) Il vaso viene ricanalizzato con tecnica "subintimal tracking and re-entry" (STAR) (la freccia indica la guida Fielder FC con conformazione tipo *knuckle*). (F) Risultato subito dopo STAR. (G) Dilatazione con pallone 2.5 mm (freccia). (H) Buon risultato finale, con flusso TIMI 3.

- quando il ramo occluso è tributario di una significativa porzione di miocardio.

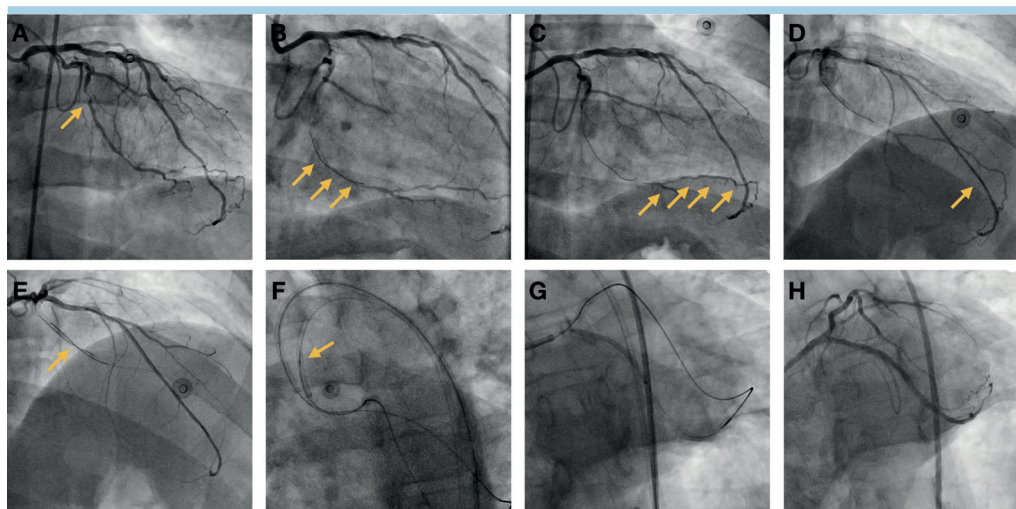
In quest'ultimo scenario, relativamente frequente nel contesto di PCI di biforcazioni con tecnica "provisional stenting", l'operatore può anche scegliere di non stentare il vaso ricanalizzato con rescue STAR, se il flusso TIMI è ottimale, favorendo la guarigione dei piani di dissezione con conseguente miglioramento del runoff distale nel follow-up<sup>15</sup>. Infatti, l'esperienza CTO insegna che differire l'eventuale stenting di 6-8 settimane è associato ad una minore lunghezza totale degli stent e migliori risultati clinici nel follow-up<sup>16</sup>.

### APPROCCIO RETROGRADO

In caso di ostruzione coronarica acuta, talora si può assistere alla comparsa di circoli collaterali (solitamente controlaterali). Questi collaterali possono essere sfruttati per ottenere la ricanalizzazione retrograda dell'occlusione acuta (Figure 9 e 10). Okumura et al.<sup>17</sup> pubblicarono un caso di dissezione coronarica occlusiva della coronaria destra in seguito a trauma toracico non penetrante. L'operatore tentò, invano, un *wiring* anterogrado per poi passare all'approccio retrogrado attraverso collaterali settali dell'interventricolare anteriore, utilizzando un microcatetere e una guida da CTO. Una volta navigati i collaterali settali e raggiunto il catetere guida an-



**Figura 9.** Approccio retrogrado per ricanalizzare un'occlusione coronarica acuta da dissezione. (A) Occlusione coronarica acuta. (B) L'operatore avanza una guida CTO retrograda dedicata, supportata da microcatetere, attraverso un collaterale (abituale dalla coronaria controlaterale), raggiungendo il vero lume distale. L'operatore rientra quindi con facilità nel vero lume prossimale all'occlusione, evitando la porta d'entrata del flap di dissezione.



**Figura 10.** (A) Lesione tortuosa ed eccentrica del secondo ramo marginale (freccia). (B) Wiring difficoltoso con situazione subavventiziale (freccie). (C) Nel giro di qualche minuto, si osserva la formazione di circoli collaterali epicardici dall'interventricolare anteriore distale (freccie). (D) In seguito a tentativo inefficace di rientro con sistema Stingray, l'operatore esegue l'approccio retrogrado con microcatetere Corsair attraverso l'interventricolare anteriore distale (freccia). (E) "Reverse controlled antegrade and retrograde subintimal tracking" (reverse CART) per ottenere la ricanalizzazione del ramo marginale acutamente occluso (freccia). (F) Esternalizzazione della guida e del microcatetere retrogrado (freccia) in un secondo catetere guida (tecnica ping-pong). (G) Stenting. (H) Risultato finale.

terogrado, una guida da esternalizzazione da 330 cm venne usata per creare un circuito tra il sistema retrogrado e quello anterogrado. La procedura fu poi conclusa in maniera standard, mediante stenting, ottenendo un buon risultato angiografico.

## CONCLUSIONI

L'esperienza ottenuta nel campo della CTO PCI può fornire numerosi spunti all'operatore non-CTO impegnato a risolvere complicanze come l'ostruzione coronarica acuta da dissezione. Conoscere e poter utilizzare con disinvoltura tali tecniche può migliorare significativamente l'efficienza procedurale e la sicurezza dell'angioplastica in lesioni non occlusive complesse.

## BIBLIOGRAFIA

1. Azzalini L, Tzanis G, Mashayekhi K, et al. Solving challenging situations and complications in everyday percutaneous coronary intervention using chronic total occlusion techniques. *J Invasive Cardiol* 2020;32:e63-72.
2. Dash D. Complications of coronary intervention: abrupt closure, dissection, perforation. *Heart Asia* 2013;5:61-5.
3. Brilakis ES. *Manual of Chronic Total Occlusion Interventions*. London: Academic Press; 2017.
4. Azzalini L, Carlino M, Brilakis ES, et al. Subadventitial techniques for chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: the concept of "vessel architecture." *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;91:725-34.
5. Martinez-Rumayor AA, Banerjee S, Brilakis ES. Knuckle wire and stingray bal-

- loon for recrossing a coronary dissection after loss of guidewire position. *JACC Cardiovasc Interv* 2012;5:e31-2.
6. Carlino M, Azzalini L, Mitomo S, Colombo A. Antegrade fenestration and re-entry: a new controlled subintimal technique for chronic total occlusion recanalization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;92:497-504.
7. Azzalini L, Alaswad K, Uretsky BF, et al. Multicenter experience with the antegrade fenestration and reentry technique for chronic total occlusion recanalization. *Catheter Cardiovasc Interv* 2020 Apr 22. doi: 10.1002/ccd.28941 [Epub ahead of print].
8. Merella P, Lorenzoni G, Gasparini GL, Oreglia JA, Casu G. Antegrade fenestration and re-entry for bailout treatment of iatrogenic coronary dissection. *Cardiovasc Revasc Med* 2019;20:172-3.

9. Colombo A, Mikhail GW, Michev I, et al. Treating chronic total occlusions using subintimal tracking and reentry: the STAR technique. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;64:407-11.
10. Carlino M, Godino C, Latib A, Moses JW, Colombo A. Subintimal tracking and re-entry technique with contrast guidance: a safer approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;72:790-6.
11. Goleski PJ, Nakamura K, Liebeskind E, et al. Revascularization of coronary chronic total occlusions with subintimal tracking and reentry followed by deferred stenting: experience from a high-volume referral center. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019;93:191-8.
12. Azzalini L, Rustem D, Brilakis ES, et al. Procedural and longer-term outcomes of wire- versus device-based antegrade dissection and re-entry techniques for the

## RIASSUNTO

Il campo dell'interventistica coronarica percutanea ha attraversato un periodo di intenso sviluppo nella scorsa decade. Questi progressi hanno facilitato una spiccata espansione del ventaglio di lesioni suscettibili di trattamento percutaneo, fattore che ha particolarmente beneficiato il campo delle occlusioni totali croniche (CTO). Gli operatori CTO si trovano frequentemente a fronteggiare scenari procedurali complessi, per i quali sono state sviluppate delle tecniche specifiche. In questa rassegna concentreremo la nostra attenzione e forniremo una descrizione dettagliata delle tecniche percutanee avanzate di risoluzione di una complicanza dell'angioplastica di lesioni non occlusive relativamente rara, ma gravata da un'importante morbi-mortalità: l'ostruzione coronarica acuta da dissezione.

**Parole chiave.** Dissezione; Ematoma subintimale; Occlusione coronarica acuta; Ricanalizzazione.

percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions. *Int J Cardiol* 2017;231:78-83.

**13.** Azzalini L, Dautov R, Brilakis ES, et al. Impact of crossing strategy on mid-term outcomes following percutaneous revascularisation of coronary chronic total occlusions. *EuroIntervention* 2017;13:978-85.

**14.** Carlino M, Al-Lamee R, Ielasi A, et al. Treatment of iatrogenic occlusive coronary

dissections: a novel approach. *EuroIntervention* 2011;7:106-11.

**15.** Carlino M, Figini F, Ruparelia N, et al. Predictors of restenosis following contemporary subintimal tracking and reentry technique: the importance of final TIMI flow grade. *Catheter Cardiovasc Interv* 2016;87:884-92.

**16.** Visconti G, Focaccio A, Donahue M, Briguori C. Elective versus deferred

stenting following subintimal recanalization of coronary chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015;85:382-90.

**17.** Okumura H, Hayashi H, Harada M, Mikuri M. Retrograde percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction following blunt chest trauma. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;92:E461-4.