

# Tips and tricks: come si fa una buona angioplastica coronarica? Istruzioni per l'uso

Antonio Mangieri, Beniamino Pagliaro, Antonio Colombo

Unità di Cardiologia interventistica, Ospedale San Raffaele, Milano

Percutaneous coronary angioplasty celebrated its 40th anniversary and gained an established role thanks to its remarkable results. The progressive development of techniques and materials together with a better understanding about the pharmacological treatment of patients with coronary artery disease contributed to this success. Nowadays percutaneous treatments have become a valid alternative to coronary artery bypass graft surgery in many patients. In this article we will highlight practical "tips and tricks" to improve the performance and the results of percutaneous coronary interventions.

**Key words.** Coronary artery disease; Percutaneous coronary intervention; Revascularization.

G Ital Cardiol 2018;19(11 Suppl 2):225-325

## INTRODUZIONE

L'angioplastica coronarica, nota come PTCA (*percutaneous transluminal coronary angioplasty*) o PCI (*percutaneous coronary intervention*), è diventata il trattamento di scelta della cardiopatia ischemica dovuta a coronaropatia ostruttiva sia nel contesto dell'angina stabile che nelle sindromi coronariche acute. Tale metodica è oggi tra gli interventi più effettuati in tutto il mondo ed ha drasticamente ridotto la mortalità per cardiopatia ischemica. Solo in Italia, nel 2017 sono state eseguite 156.055 PCI con un incremento dell'1.4% rispetto all'anno precedente, di cui l'83.7% con accesso radiale (dati di attività GISE 2017).

Nelle ultime quattro decadi, grazie allo sviluppo delle tecnologie, la PTCA si è evoluta passando dall'angioplastica con solo pallone all'angioplastica mediante utilizzo di stent metallici e poi di stent a rilascio di farmaco (DES), testati nel contesto di trial clinici randomizzati. Inoltre, in considerazione del sempre più crescente bisogno di trattamento di patologia coronarica avanzata, si sono sviluppate tecnologie per massimizzare la possibilità di successo. Obiettivo dell'articolo è di fornire alcuni suggerimenti tecnici utili al fine di eseguire una corretta PCI e cercare di individuare quali sono gli errori da evitare al fine di ottenere un risultato ottimale.

## COS'È UNA "BUONA ANGIOPLASTICA"?

Il progressivo miglioramento delle tecniche di rivascolarizzazione percutanea ha portato ad un miglioramento dei materiali con conseguente migliore performance sia in acuto che a distanza di tempo dalla PCI. Ciò si è tradotto in:

- Introduzione e progressivo incremento nell'utilizzo della diagnostica non solo angiografica (imaging intracoronarico, rivascolarizzazione basata su riserva frazionale di flusso (*fractional flow reserve* [FFR] ed *instantaneous wave-free ratio* [iFR]); ciò ha permesso di migliorare la selezione e la valutazione delle lesioni, caratterizzandone l'impatto emodinamico e la morfologia, guidandone poi anche la scelta delle modalità di trattamento.
- Introduzione di nuovi materiali (guide coronariche, ecc.) che hanno permesso di incrementare il successo della PCI in lesioni complesse e nelle occlusioni croniche totali.
- Introduzione di supporti emodinamici (es. Impella) che hanno permesso di migliorare la sicurezza del trattamento percutaneo in condizioni di instabilità emodinamica e in presenza di situazioni anatomiche complesse associate a ridotta funzione ventricolare.
- Introduzione di dispositivi per la preparazione di lesioni molto calcifiche (es. *cutting balloon*, *scoring balloon*, ecc.) che hanno permesso di ottenere un'ottimale preparazione del vaso ed un sicuro impianto dello stent.

L'esempio di come un'angioplastica "fatta bene" possa tradursi in un miglioramento della storia clinica dei pazienti è stato dimostrato nello studio SYNTAX II, un trial multicentrico, a singolo braccio che ha arruolato tutti i pazienti con coronaropatia trivasale *de novo* trattati col miglior approccio percutaneo disponibile, comprendente la ricanalizzazione di lesioni occlusive croniche supportata dalla presenza di ischemia, procedure guidate da FFR e/o iFR, l'utilizzo di ecografia intravascolare (IVUS), e l'impianto di stent di nuova generazione<sup>1</sup>. I risultati di questa coorte di pazienti sono stati confrontati con quelli del braccio percutaneo dello storico trial SYNTAX<sup>2</sup>, nel quale è stato utilizzato uno stent a rilascio di farmaco di prima generazione, ovvero il Taxus Express (Boston Scientific Inc., Marlborough, MA, USA) con una metodica di impianto guidata dalla sola angiografia. La strategia del SYNTAX II trial si è dimostrata superiore a quella usata nei pazienti trattati con PCI nel SYNTAX trial al follow-up di 1 anno. Questo vantaggio è stato ottenuto grazie alla riduzione significativa dei tassi di infarto miocardico periprocedurale (0.2 vs 3.8%;  $p < 0.001$ ),

© 2018 Il Pensiero Scientifico Editore

Gli autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

Per la corrispondenza:

**Dr. Antonio Colombo** Unità di Emodinamica, Cardiologia Interventistica, Istituto Scientifico San Raffaele, Via Olgettina 58, 20132 Milano

e-mail: colombo.antonio@hsr.it

necessità di nuova rivascolarizzazione durante l'anno di follow-up (13.7 vs 8.2%;  $p=0.015$ ) e riduzione della trombosi di stent (0.7 vs 2.6%;  $p=0.045$ ).

La definizione di angioplastica ottimale si basa su alcuni punti, qui riportati:

- **Sicurezza:** una buona angioplastica comporta la minimizzazione del rischio procedurale del paziente con attenta valutazione del rapporto rischio/beneficio. Tale punto comprende un completo inquadramento del paziente e l'appropriata valutazione delle indicazioni alla rivascolarizzazione.
- **Efficacia:** è la capacità di ottenere i risultati sperati. L'efficacia va sempre ponderata rispetto alla situazione nella quale si ci trova ad operare e rispetto al paziente trattato.
- **Massimizzazione del risultato immediato:** eseguire una buona angioplastica significa massimizzare i risultati in modo tale da ottenere un lume vascolare finale adeguato per il vaso trattato e per la zona di miocardio irrorata. Tale risultato si tradurrà in vantaggio clinico duraturo. L'utilizzo delle metodiche di imaging intracoronarico consentono di incrementare la sicurezza, la precisione e la resa a distanza dell'angioplastica.

### ESEGUIRE UNA BUONA ANGIOPLASTICA NELLA PRATICA ODIERNA: CONSIDERAZIONI RIGUARDO AGLI STENT CORONARICI

L'impianto di stent è parte integrante della procedura di rivascolarizzazione coronarica percutanea. I DES rappresentano un'evoluzione che ha permesso di ridurre il rischio di restenosi rispetto agli stent non medicati<sup>3</sup>. Le linee guida europee sulla rivascolarizzazione coronarica raccomandano l'utilizzo attuale dei DES rispetto ai non medicati in tutte le condizioni cliniche, indipendentemente da situazione clinica, durata della doppia terapia antiaggregante e tipologia di malattia da trattare. Il fatto che oggi vi sia a disposizione lo stent BioFreedom (Biosensors, Morges, Svizzera) elimina la necessità della stent non medicato anche nel paziente con alto rischio di sanguinamento per il quale la doppia terapia antiaggregante deve essere ridotta al minimo possibile<sup>4</sup>.

Sono inoltre da menzionare alcuni contesti clinici e quadri angiografici in cui è preferibile limitare l'impianto di stent per evidenza di un più alto tasso di restenosi:

- **Malattia dei vasi distali:** nei vasi coronarici con diametro <2.5 mm l'utilizzo dei DES è da limitare in quanto il rischio di restenosi intrastent è particolarmente alto. Tale regola è particolarmente da applicare nei pazienti diabetici. Inoltre, in caso di vaso di ridotte dimensioni, è preferibile optare per stent con spessore delle maglie dello stent ridotte<sup>5</sup>. Il pallone medicato appare una possibile alternativa senza comunque ambire ad una superiorità mai dimostrata.
- **Malattia ostiale della circonfllessa:** per ragioni non del tutto chiare l'impianto di DES a livello della circonfllessa ostiale sarebbe da limitare per presenza di un elevato tasso di restenosi.
- **Biforcazioni:** in generale, l'utilizzo di una strategia con doppio stent nelle vere biforcazioni (Medina 1.1.1) sarebbe da valutare con attenzione, mantenendo una soglia per l'impianto dello stent nel ramo secondario particolarmente alta. Questo assunto è soprattutto vero in pazienti con insufficienza renale avanzata, pazienti diabetici e pazienti con storia di malattia coronarica aggressiva che

tendono ad avere un tasso di restenosi maggiormente elevato. L'impianto di stent nel ramo secondario va limitato se tale ramo:

- non presenta un territorio di distribuzione esteso,
- ha un diametro <2.5 mm,
- presenta un'estesa malattia che richiederebbe una "full metal jacket".

In molti dei casi sopracitati sarebbe ottimale eseguire una tecnica "keep it open" o una tecnica "provisional" con eventuale "bailout stenting" da eseguire in caso di scarso flusso nel ramo secondario<sup>6</sup>. Nel caso in cui l'operatore sia intenzionato ad eseguire un doppio impianto di stent, la tecnica "DK crush" sembra essere la più versatile con possibili vantaggi anche rispetto allo stent singolo. Comunque la scelta finale deve tenere conto di tutti gli elementi appena discussi inclusa la familiarità dell'operatore con specifiche tecniche.

### RIVASCOLARIZZAZIONE MIocardICA PERCUTANEA RAGIONEVOLMENTE INCOMPLETA E RIVASCOLARIZZAZIONE IBRIDA

Negli ultimi anni è cresciuto sempre più l'interesse verso l'utilizzo dei palloni medicati nel trattamento di lesioni su piccoli vasi (<2.5 mm). Lo studio BELLO (Balloon Elution and Late Loss Optimization) ha mostrato degli ottimi risultati angiografici nell'utilizzo di palloni a rilascio di farmaco (DCB) vs DES nel trattamento di lesioni *de novo* su piccoli vasi con simili tassi di restenosi e rivascolarizzazione<sup>7</sup>. Inoltre questa strategia è risultata sicura ed efficace al follow-up di 3 anni, soprattutto nei pazienti diabetici. Molto più recentemente, i risultati del trial BASKET-SMALL 2 hanno dimostrato una non inferiorità in termini di eventi cardiaci avversi maggiori (MACE) a 12 mesi del DCB vs DES nel trattamento di lesioni su piccoli vasi coronarici nativi (<3 mm), con tassi di eventi simili nei due gruppi di trattamento<sup>8</sup>. Questi risultati dimostrano che un approccio "stent-free" con utilizzo di DCB nella malattia coronarica dei piccoli vasi è sicuro e capace di ottenere un accettabile risultato angiografico dopo adeguata preparazione della lesione. Pertanto la cosiddetta rivascolarizzazione ibrida con trattamento combinato che unisce utilizzo di stent e DCB può essere utile per minimizzare la lunghezza totale degli stent da impiantare. In tal modo si consente di ridurre teoricamente la necessità di antiaggregazione a lungo termine<sup>9</sup>.

Inoltre, in particolari categorie di pazienti con scarsa compliance alla terapia e ad elevato rischio di sanguinamento, un ulteriore approccio da valutare è quello della rivascolarizzazione miocardica ragionevolmente incompleta. Infatti non sempre è possibile ottenere una rivascolarizzazione completa per cui bisogna accettare il risultato di una rivascolarizzazione incompleta. Una rivascolarizzazione miocardica ragionevolmente incompleta va valutata ed accettata in caso di paziente paucisintomatico, in pazienti con possibilità di titolazione della terapia medica, con limitata ischemia inducibile ai test di imaging e con elevato rischio procedurale e soprattutto dopo avere trattato con successo il vaso sede della stenosi più rilevate soprattutto per territorio irrorato. In accordo con le recenti evidenze scientifiche, un approccio minimalista e mirato al trattamento della "lesione colpevole" è inoltre da riservare ai pazienti con quadro di sindrome coronarica acuta, quadro di shock cardiogeno e casi selezionati di malattia multivasale<sup>10</sup>.

## VALUTAZIONE MORFO-FUNZIONALE DELLE LESIONI CORONARICHE

### La riserva frazionale di flusso e nuove tecnologie

L'angiografia coronarica rappresenta il caposaldo della valutazione delle lesioni coronariche, tuttavia tale metodica presenta delle limitazioni intrinseche che ne limitano l'applicabilità. Anzitutto, nonostante l'utilizzo e lo sviluppo dell'angiografia coronarica quantitativa, la stima della stenosi coronarica è operatore-dipendente, limitando l'accuratezza diagnostica della sola angiografia coronarica. Tale limitazione può determinare un sovratattamento di lesioni anche senza che abbiano un impatto funzionale significativo; inoltre la valutazione angiografica è influenzata dallo stato dinamico del circolo coronarico (es. condizioni di vasospasmo diffuso del circolo), motivo per cui è raccomandabile una valutazione angiografica sempre previa somministrazione di farmaci vasodilatatori intracoronarici (nitroderivati). Il secondo limite è che l'angiografia coronarica non fornisce alcuna informazione circa la "criticità funzionale" delle lesioni coronariche. Questo aspetto è di fondamentale importanza nell'ambito della coronaropatia stabile. In quest'ultima condizione clinica la presenza di ischemia sottesa alla criticità funzionale di una lesione coronarica è il *primum movens* per il trattamento invasivo della lesione stessa. La FFR rappresenta una metodica invasiva con robuste evidenze scientifiche a supporto della sua utilità clinica per la valutazione funzionale delle stenosi coronariche.

Considerando che il flusso (Q) attraverso una lesione è uguale al gradiente pressorio che si crea a monte ed a valle della stenosi ( $\Delta$  pressorio) diviso la resistenza al flusso ematico ( $R_{\text{miocardica}}$ ), l'FFR può essere schematizzata con una formula:

$$\text{FFR} = \frac{\text{flusso coronarico durante iperemia massimale in presenza di stenosi}}{\text{flusso coronarico durante iperemia massimale in assenza di stenosi}}$$

Se ne deriva pertanto che l'FFR è pari a:

$$\frac{(Pd-Pv)/R_{\text{miocardica}}}{(Pa-Pv)/R_{\text{miocardica}}}$$

dove  $Pd$  è la pressione a valle della stenosi,  $Pv$  la pressione atriale,  $Pa$  la pressione aortica,  $R_{\text{miocardica}}$  la resistenza miocardica. La  $Pv$  è solitamente bassa ed è soggetta a minime variazioni istantanee e può essere eliminata dalla formula. La  $R_{\text{miocardica}}$  è costante in corso di iperemia massimale e può essere eliminata dalla formula. La formula semplificata è pertanto  $\text{FFR} = Pd/Pa$ . Il normale valore di FFR è 1, mentre il cut-off che determina la severità della stenosi è 0.8, limite sotto il quale la stenosi coronarica presenta un significativo impatto funzionale. L'utilizzo dell'FFR nella pratica clinica ha permesso di migliorare la storia clinica dei pazienti con malattia coronarica stabile ed instabile. Gli studi FAME e FAME 2 hanno randomizzato pazienti con stenosi coronarica funzionalmente significativa ( $\text{FFR} \leq 0.80$ ) a terapia medica ottimale o a rivascolarizzazione miocardica e terapia medica ottimale. I risultati hanno mostrato che a 5 anni i pazienti sottoposti a rivascolarizzazione FFR-guidata ed ottimizzazione della terapia medica hanno avuto una riduzione significativa degli eventi combinati quali morte, infarto miocardico e rivascolarizzazione urgente rispetto al gruppo trattato con sola terapia medica<sup>11</sup>. La validità dell'FFR è stata anche documentata nel contesto di sindromi

coronariche acute. Nei pazienti con infarto miocardico con sopraslivellamento del tratto ST e malattia multivasale candidati a PCI dell'arteria correlata all'infarto, la PCI preventiva delle lesioni non colpevoli con stenosi funzionalmente significativa è risultata associata ad una riduzione significativa del rischio di eventi cardiovascolari avversi rispetto alla PCI del solo vaso colpevole<sup>12</sup>.

### Tips and tricks dell'utilizzo della riserva frazionale di flusso

#### Lesioni del tronco comune

Le stenosi del tronco comune non sono sempre angiograficamente facilmente valutabili dal momento che il loro decorso è spesso non esteso e l'emergenza dal seno coronarico ha grande variabilità in termini di angolazione rendendo la visualizzazione della lesione spesso difficoltosa. L'FFR sul tronco comune ha mostrato di essere sicura e valida sulla base di uno studio condotto su 213 pazienti con stenosi di significato dubbio del tronco comune, valutata mediante FFR o angiografia coronarica quantitativa. I pazienti che hanno differito la rivascolarizzazione sulla base di una  $\text{FFR} > 0.80$  hanno dimostrato un andamento clinico a 5 anni favorevole e paragonabile a quello di pazienti con stenosi funzionalmente significativa ( $\text{FFR} \leq 0.80$ ) trattati con bypass aortocoronarico<sup>13</sup>.

#### Lesioni aorto-ostiali

Le lesioni aorto-ostiali presentano specifiche difficoltà nella valutazione della loro severità dal momento che l'angiografia difficilmente permette di discriminare la criticità di lesioni di grado intermedio. Tale difficoltà dipende strettamente dal grado di angolazione che tale stenosi hanno rispetto ai seni aortici. La tomografia a coerenza ottica (OCT) è scarsamente utilizzabile in questo contesto per l'impossibilità ad ottenere un adeguato lavaggio con mezzo di contrasto dell'ostio con conseguente visualizzazione subottimale. Un'alternativa è lo studio con IVUS; tuttavia attualmente non è stato individuato un valore cut-off in termini di diametro luminale minimo, sia per il tronco comune ostiale che per la coronaria destra ostiale, che correli con la significatività funzionale di tali lesioni ( $\text{FFR} \leq 0.80$ ). Il diametro minimo del lume non tiene conto della lunghezza della lesione e tale parametro ha un peso nella valutazione funzionale. In tali lesioni è raccomandabile l'utilizzo di cateteri guida non aggressivi per evitare un ingaggio ultra selettivo della coronaria. Fondamentale è pertanto eseguire la valutazione FFR con catetere non ingaggiato e preferibilmente in aorta ascendente ad accorta distanza dall'ostio coronarico<sup>14</sup>.

#### Lesioni multiple

L'uso dell'FFR può essere utile nel contesto di valutazione di lesioni multiple. La presenza di lesioni in tandem o in serie spesso determina l'utilizzo di stent di variabile lunghezza al fine di ottimizzare il risultato angiografico. Spesso è possibile identificare nel contesto di lesioni multiple la presenza di una placca maggiormente significativa dal punto di vista funzionale. Per tale motivo retraendo lentamente la guida di pressione durante massima iperemia, si possono osservare incrementi successivi del valore di FFR che riflettono grossolanamente l'impatto di ogni singola lesione. A questo punto, la PCI andrà indirizzata verso il segmento coronarico in corrispondenza del quale si verifica la maggior caduta di pressione. Nel caso in cui l'esecuzione del ritiro non sia dirimente, è raccomandabile

trattare la lesione angiograficamente più significativa e successivamente procedere ad una nuova valutazione con FFR. L'utilizzo della iFR rende la valutazione di lesioni multiple e/o malattia diffusa più semplice eliminando l'interdipendenza di lesioni prossimali o distali situate sullo stesso vaso.

#### **Pazienti con controindicazione all'adenosina**

L'iperemia indotta dall'FFR è ottenuta mediante la somministrazione di adenosina, tuttavia alcuni pazienti potrebbero presentare intolleranza o controindicazione assoluta all'utilizzo del farmaco. In particolare la somministrazione di adenosina va evitata in pazienti affetti da stenosi aortica severa, asma polmonare e stenosi carotidiche critiche. In tali pazienti una valutazione alternativa può essere ottenuta mediante somministrazione di mezzo di contrasto iodato. In tal tipo di valutazione, una FFR  $\leq 0.85$  dopo somministrazione di contrasto ha un'accuratezza dell'89% nel predire un valore di FFR con adenosina  $\leq 0.80$ <sup>15</sup>. Nei pazienti con intolleranza all'adenosina è possibile l'utilizzo di ulteriori due metodiche per la valutazione funzionale delle stenosi:

- **iFR**: questa tecnica si basa sulla misurazione della pressione diastolica intracoronarica, prossimalmente e distalmente alla stenosi, durante l'intervallo diastolico in cui le resistenze sono spontaneamente minime, senza l'utilizzo della vasodilatazione. Il trial DEFINE-FLAIR (Use of the Instantaneous Wave-free Ratio or Fractional Flow Reserve in PCI) ha previsto la randomizzazione di 2492 pazienti con coronaropatia stabile a rivascolarizzazione miocardica FFR o iFR-guidata. I risultati hanno mostrato l'assenza di una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi per ciascuno dei componenti dell'endpoint primario e per mortalità da cause cardiovascolari e non cardiovascolari. Nel gruppo iFR si è però osservata una riduzione sia dei sintomi (dolore toracico, dispnea, malessere generale), dell'incidenza di aritmie periprocedurali e della durata della procedura. Pertanto l'iFR rappresenta una potenziale alternativa all'FFR, offrendo gli stessi vantaggi ed evitando tuttavia gli aspetti negativi<sup>16</sup>.
- **QFR (quantitative flow ratio)**: è una metodica computazionale on-line che permette una stima accurata dell'impatto funzionale delle stenosi coronariche unendo la valutazione tridimensionale dell'anatomia coronarica con l'equazione della dinamica dei fluidi. La capacità della QFR di determinare la severità funzionale delle stenosi coronariche rispetto alla FFR è stata dimostrata nello studio FAVOR in cui 308 pazienti sono stati valutati con FFR e QFR. L'accuratezza diagnostica della QFR è risultata del 94%<sup>17</sup>. La metodica permette la valutazione della caduta pressoria per tutta l'estensione del vaso indagato con utilizzo però limitato in caso di stenosi coronariche coinvolgenti le biforcazioni e le porzioni ostiali dei vasi epicardici.

## **LE BASI PER UNA BUONA ANGIOPLASTICA**

### **Scelta dell'accesso vascolare**

#### **Cenni storici**

La prima angiografia selettiva coronarica fu eseguita incidentalmente nel 1958 da Mason Sones Jr. Durante l'esecuzione dell'aortografia il catetere utilizzato selettivamente casualmente la coronaria destra senza conseguenze. Da allora Sones eseguì circa 1000 coronarografie diagnostiche utilizzando come

accesso diagnostico l'isolamento dell'arteria brachiale. Per tale motivo l'interesse dei cardiologi interventisti è progressivamente cresciuto nel ricercare accessi vascolari alternativi al fine di ridurre il numero delle complicanze. A partire dagli anni '60 e '70 l'utilizzo dell'accesso transfemorale ha progressivamente acquisito popolarità per semplicità del reperimento e per ridotto numero di complicanze rispetto all'approccio transbrachiale<sup>18</sup>.

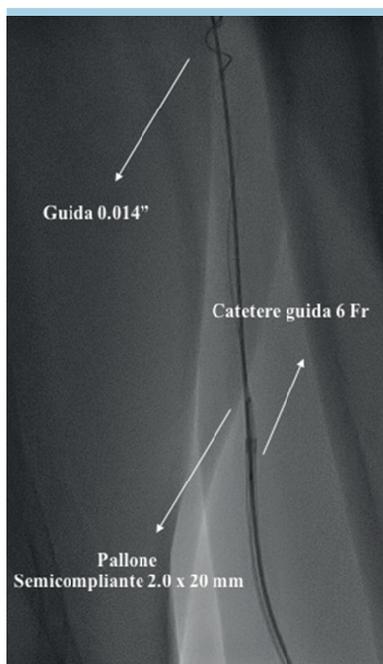
#### **Accesso radiale**

Nel 1993 Ferdinand Kiemeneij riportò per la prima volta l'utilizzo dell'accesso radiale nell'ambito dell'interventistica coronarica e da allora è stato progressivamente utilizzato nella maggior parte dei paesi occidentali<sup>19</sup>. Le caratteristiche ideali per l'accesso transradiale sono la buona palpabilità del polso in presenza di un test di Allen negativo. Tale ultimo aspetto è stato recentemente messo in discussione riportando risultati clinici favorevoli anche senza valutazione con test di Allen o con test positivo<sup>20</sup>. La puntura andrebbe eseguita idealmente 2-3 cm cranialmente rispetto alla cresta di flessione del polso. L'utilizzo di una guida ecografica nel reperimento dell'accesso radiale può migliorare la reperibilità dell'accesso.

#### **TIPS AND TRICKS DELL'ACCESSO RADIALE**

Nel 14% dei pazienti l'arteria radiale presenta un decorso non regolare e caratterizzato dalla presenza di eccessiva tortuosità. Il decorso tortuoso può inoltre essere incontrato sia a livello del tratto brachiale sia a livello di quello succlavio. Successivamente al reperimento dell'accesso, l'incontro di tortuosità si dimostra dalla difficoltà nell'avanzamento di una guida standard 0.035" a livello del tratto contorto. In presenza di difficoltà nell'avanzamento della guida standard, è consigliabile eseguire una valutazione angiografica tramite iniezione dal catetere avanzato sino al tratto di arresto della guida. Una volta dimostrata l'anatomia, è possibile utilizzare diversi approcci:

- avanzare attraverso la tortuosità utilizzando una guida 0.035" con punta morbida e/o idrofilica con successivo tentativo di avanzamento del catetere.
- avanzare attraverso la tortuosità una guida 0.014", utilizzare successivamente un pallone posizionato all'estremità distale del catetere per favorire l'avanzamento del catetere stesso (*balloon-assisted tracking technique*) (Figura 1);
- avanzare attraverso la tortuosità una doppia guida 0.014" e successivamente superare la tortuosità con un catetere 4 Fr con profilo rettilineo (Multipurpose, Judkins destro) con il supporto della doppia guida 0.014". Una volta superata la tortuosità, posizionare nel catetere 4 Fr una guida 0.035" con corpo rigido (es. Lunderquist) in modo tale da ottenere una rettilineizzazione del vaso (Figura 2). In tali condizioni è possibile che, una volta raggiunta l'altezza dei seni di Valsalva, la rimozione della guida supportiva possa determinare difficile manovrabilità del catetere guida e conseguente difficile accesso all'ostio coronarico. In tal caso è consigliabile mantenere nel catetere 6Fr una guida supportiva 0.035" (es. Lunderquist) e procedere alla cannulazione della coronaria. Una volta proceduto all'ingaggio dell'ostio coronarico, eseguire un wiring coronarico (idealmente utilizzando una doppia guida 0.014" supportiva) e procedere all'eventuale angioplastica (Figura 3).



**Figura 1.** Un caso di spasmo severo dell'arteria radiale risolto mediante utilizzo di pallone coronarico: un pallone semicompiante viene posizionato a livello della distalità del catetere guida per facilitarne l'avanzamento.

Lo spasmo vascolare dell'arteria radiale è più frequente in arterie con origine ectopica da una biforcazione alta dell'arteria brachiale e può ostacolare la manovrabilità dei cateteri durante la procedura o impedire o rendere dolorosa la rimozione dell'introduttore al termine della procedura. L'utilizzo di introduttori con profilo idrofilico (Glideslender Sheath, Terumo, Giappone) può ridurre il tasso di spasmo della radiale con miglioramento del flusso residuo a livello dell'arto cateterizzato<sup>21</sup>. In caso di spasmo, è possibile utilizzare diversi approcci al fine di ottimizzare la possibilità di successo (Figura 4).

#### Accesso femorale

Nonostante la predilezione sempre maggiore per l'utilizzo dell'accesso radiale, l'accesso femorale resta un caposaldo dell'interventistica coronarica soprattutto perché il suo utilizzo viene riservato a pazienti maggiormente complessi. Un'ottimale tecnica di puntura della femorale consente di ridurre il numero delle complicanze. Inoltre, la chiusura del sito di puntura con dispositivi di chiusura consente, rispetto alla rimozione manuale, di minimizzare il rischio di complicanze quali pseudo aneurismi ed ematomi<sup>22</sup>. L'esecuzione della puntura dell'arteria e/o vena femorale eco-guidata rappresenta un'importante evoluzione dell'interventistica vascolare e dovrebbe diventare routine procedurale.

#### TIPS AND TRICKS DELL'ACCESSO FEMORALE

La puntura dell'accesso femorale è di solito ottenuta mediante tre tipi di approccio:

1. *puntura con approccio anatomico*: il sito di puntura ottimale è localizzato superficialmente a circa 1-2 cm al di sotto del legamento inguinale. La puntura è pertanto ese-

guita a quest'altezza. I limiti di questa tecnica sono legati alla variabilità anatomica della piega inguinale che soprattutto nei soggetti obesi può determinare una scorretta puntura del sito di accesso;

2. *puntura con approccio fluoroscopico*: la fluoroscopia permette di identificare i reperi scheletrici per l'accesso. Un ideale sito di puntura è circa a metà dell'altezza della testa femorale (Figura 5);
3. *puntura con approccio ecografico*: l'utilizzo della puntura guidata dall'ecografia ha mostrato un certo grado di sicurezza ed affidabilità consentendo di ridurre il numero delle complicanze<sup>23</sup>. La valutazione ecografica del sito consente di identificare la biforcazione femorale e di valutare la presenza di infiltrazioni di calcio e/o fibrosi a livello della parete vasale.

La raccomandazione attuale è pertanto di eseguire una puntura femorale mediante approccio ecografico e, in caso di scarsa finestra acustica e di scarsa visibilità del sito di puntura, di eseguire una valutazione fluoroscopica aggiuntiva. Inoltre, l'utilizzo di sistemi da micropuntura permette di ottenere un accesso al vaso meno traumatico rispetto ai comuni aghi per puntura con tecnica di Seldinger attraverso una riduzione del diametro dell'ago stesso (18 G dell'ago convenzionale contro i 21 G dell'ago da micropuntura). La raccomandazione attuale è pertanto di eseguire una puntura dell'arteria femorale con sistemi da micropuntura mediante guida ecografica.

#### Utilizzo della visualizzazione intracoronarica

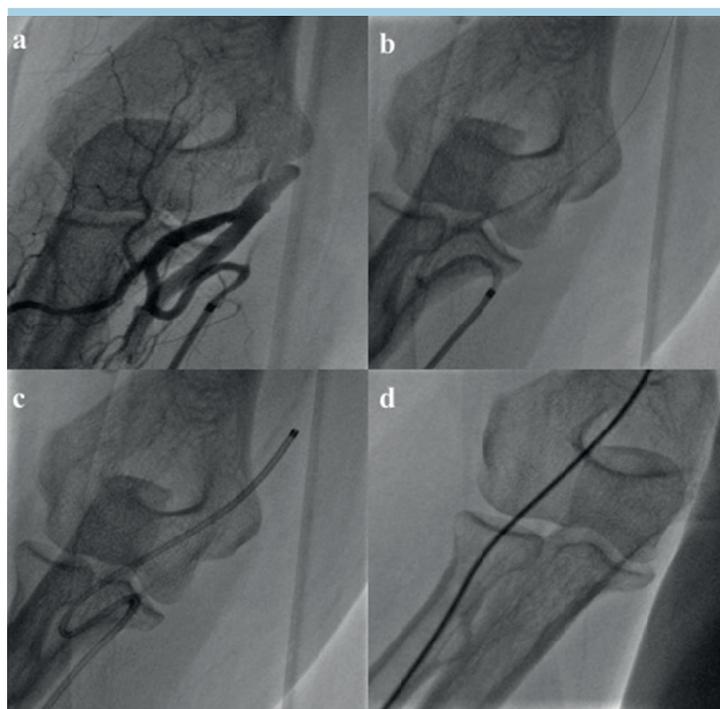
##### Ruolo della visualizzazione intracoronarica nell'angioplastica

Negli ultimi 30 anni la visualizzazione intravascolare, mediante IVUS e/o OCT, è stata progressivamente sempre più utilizzata per guidare le procedure coronariche. L'utilizzo di tali metodiche fornisce vari benefici quali:

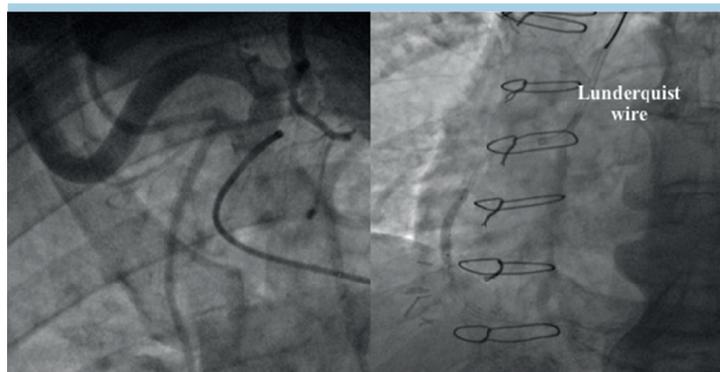
- dare informazioni riguardo la preparazione della lesione (presenza ed estensione di calcificazioni e/o fibrosi, caratteristiche del core della placca);
- scegliere in maniera dettagliata il diametro e la lunghezza dello stent;
- identificare complicanze acute (dissezioni al margine dello stent, malapposizioni dello stent);
- chiarire quali siano i meccanismi di insuccesso di uno stent (presenza di complicanze meccaniche che hanno portato ad una restenosi).

##### Differenze tecniche tra tomografia a coerenza ottica ed ecografia intravascolare

Ci sono numerose differenze tecniche tra OCT ed IVUS. L'OCT ha una risoluzione circa 10 volte maggiore dell'IVUS, ha bisogno di lavaggio del sangue (l'IVUS non lo richiede), ha una penetrazione tissutale limitata (1-2 mm) se paragonata all'IVUS (5-6 mm), in particolare la presenza di trombo rosso, core lipidico o necrotico attenuano il segnale dell'OCT. La combinazione tra migliore risoluzione e lavaggio del sangue durante l'esecuzione dell'OCT permettono una fine valutazione della superficie di placca e un'accurata misurazione del lume del vaso mentre per l'IVUS la definizione dei contorni appare meno netta e maggiormente dipendente dall'esperienza dell'operatore. Inoltre la riproducibilità delle misure dell'OCT rispetto all'IVUS è maggiore<sup>24</sup>. Al contrario, a differenza dell'OCT, l'IVUS permette di valutare l'intero spessore del lume vasale consentendo una migliore stima del vero diame-



**Figura 2.** Un caso di tortuosità dell'accesso radiale (a). Avanzamento di una doppia guida con corpo rigido (b), superamento della tortuosità con catetere guida (c) e successivo posizionamento di guida rigida per risoluzione della tortuosità (d).



**Figura 3.** Un caso di tortuosità dell'arteria succlavia. Tale condizione anatomica limita la manovrabilità del catetere guida. Pertanto l'utilizzo di una guida di supporto Lunderquist permette di facilitare la manovrabilità del catetere consentendo un facile ingaggio della coronaria.

tro del vaso a livello della placca. Ciò consente una migliore selezione del diametro dello stent ed una migliore ottimizzazione post-stenting. Negli studi di visualizzazione che hanno paragonato entrambe le metodiche è risultato che l'area del vaso fornita dall'OCT è maggiore rispetto a quella dell'IVUS<sup>25</sup>. L'OCT richiede, rispetto all'IVUS, un quantitativo pari a 17-50 ml di contrasto in più per eseguire un adeguato lavaggio del vaso. La necessità di eseguire un lavaggio del sangue durante l'acquisizione delle immagini limita l'utilizzo dell'OCT nelle lesioni aorto-ostiali. L'utilizzo del destrano invece del mezzo di contrasto permette di ottenere immagini OCT adeguate<sup>26</sup>. Dal punto di vista della sicurezza, l'utilizzo di entrambe le metodiche appare associato ad una bassa incidenza di complicanze (OCT 0.6% vs 0.5% IVUS)<sup>27</sup>.

#### **Angioplastica guidata dall'ecografia intravascolare**

Lo studio MUSIC (Multicenter Ultrasound Stenting in Coronaries Study), pubblicato nel 1998, è stato il primo studio sull'utilizzo dell'IVUS nell'ottimizzazione dell'impianto di stent coronarico. I criteri suggeriti per un ottimale impianto dello stent erano i seguenti: area minima dello stent  $\geq 90\%$  all'area media del segmento coronarico da trattare o pari al 100% dell'area minima del segmento coronarico da trattare. Nel caso in cui l'area minima dello stent fosse  $>9 \text{ mm}^2$ , le percentuali scendevano rispettivamente a 80% e 90%. L'81% delle lesioni trattate mediante guida IVUS raggiunse i criteri richiesti di ottimizzazione e tali pazienti vennero trattati con sola aspirina. Lo studio dimostrò un basso tasso di rivascularizzazione per insuccesso della le-

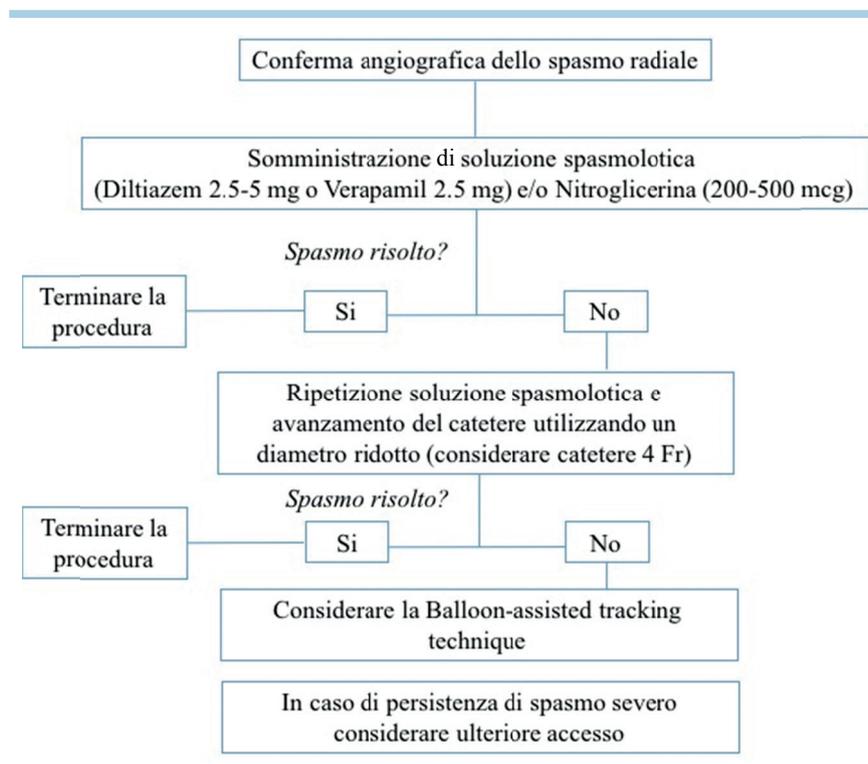


Figura 4. Serie di operazioni per la corretta gestione dello spasmo radiale.

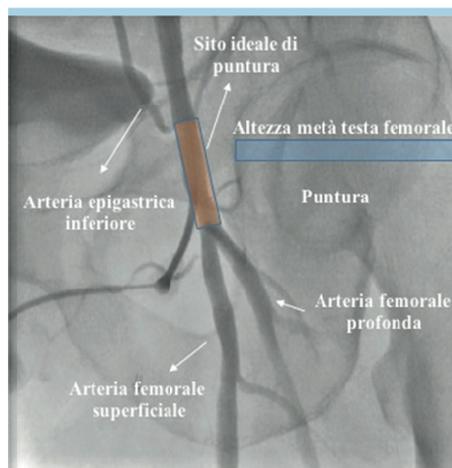


Figura 5. Anatomia fluoroscopica dell'accesso femorale.

sione pari a 4.5% a 6 mesi ed una incidenza di trombosi pari all'1.3%<sup>28</sup>. Successivi studi hanno dimostrato come l'utilizzo dell'IVUS nella PCI sia in grado di ridurre significativamente l'incidenza di MACE soprattutto abbattendo il tasso di rivascularizzazione della lesione target: in 1400 pazienti con lesioni coronariche complesse (>28 mm di lunghezza) e trattati con stent Xience (Abbott Vascular, Santa Clara, CA, USA), l'incidenza di MACE è stata inferiore nel gruppo trattato con guida IVUS (2.9 vs 5.8%,  $p=0.0007$ )<sup>29</sup>. Il beneficio della guida IVUS è maggiormente pronunciato in caso di lesioni complesse (lesioni severamente calcifiche, biforcazioni, lesioni lunghe)<sup>30</sup>.

#### Angioplastica guidata dalla tomografia a coerenza ottica

La guida OCT per l'esecuzione della PCI è stata valutata in diversi studi che ne hanno dimostrato la fattibilità e l'utilità. Prati et al.<sup>31</sup> hanno paragonato retrospettivamente tramite accoppiamento di 335 PCI con impianto di stent e guidate dall'angiografia contro PCI guidate da OCT eseguite durante lo stesso periodo. La PCI OCT-guidata è risultata associata ad un minor rischio di morte cardiaca o infarto miocardico. L'incidenza di infarto miocardico nel gruppo con PCI non guidata da OCT è stata sorprendentemente alta (4.5%), mettendo in discussione l'esito dello studio. Il trial randomizzato DOC-

TORS (Does Optimal Coherence Tomography Optimize Results of Stenting)<sup>32</sup> ha inoltre dimostrato che una PCI guidata da OCT, in pazienti con presentazione acuta (infarto miocardico senza soprallivellamento del tratto ST), è in grado di migliorare il valore dell'FFR post-PCI rispetto ai pazienti trattati senza ausilio dell'OCT. L'uso dell'OCT ha portato ad un'ottimizzazione dell'impianto dello stent nel 50% dei casi contro il 22.5% del gruppo guidato da sola angiografia. Nel gruppo OCT l'ottimizzazione guidata da visualizzazione intracoronarica ha determinato un incremento dell'espansione dello stent dal 78.9% all'84.1%. Il valore di lume vascolare ottenuto capace di predire un valore di FFR >0.9 è stato di 5.44 mm<sup>2</sup> (sensibilità 91.3%, specificità 60.2%). A 6 mesi di follow-up non sono emerse differenze significative tra le due metodiche.

### Angioplastica guidata da visualizzazione intracoronarica

#### ECOGRAFIA INTRACORONARICA VS TOMOGRAFIA A COERENZA OTTICA

Un confronto diretto tra OCT e IVUS ha dimostrato una non inferiorità della PCI guidata da IVUS rispetto a quella guidata da OCT in termini di insuccesso del vaso trattato (*target vessel failure*, TVF) ad 1 anno (5.2 vs. 4.9%; p per non inferiorità =0.04). In questo studio il diametro dello stent nel gruppo OCT è stato non significativamente inferiore rispetto all'IVUS (2.92 ± 0.39 mm vs 2.99 ± 0.39 mm; p per non inferiorità =0.005). Il trial LUMIEN III ha paragonato invece il dimensionamento dello stent ottenuto con OCT contro quello ottenuto con IVUS. Non sono risultate differenze in termini di eventi procedurali totali ma l'utilizzo dell'OCT ha ridotto rispetto all'IVUS e alla guida angiografica il tasso di dissezione alle estremità dello stent ed i casi di malapposizione significativa. In entrambi i gruppi di trattamento il tasso di restenosi ad 1 anno è stato basso (in-stent: 1.6 vs 1.6%, p=1.00; in-segment: 6.2 vs 6.0%, p=1.00).

Tuttavia il paragone diretto tra le due strategie risulta essere inappropriato in quanto entrambe le metodiche, avendo caratteristiche diverse, appaiono avere pro e contro a seconda delle specifiche caratteristiche delle lesioni che si decide di indagare. Qui di seguito alcuni campi di applicazione che possono far propendere per l'utilizzo di una o dell'altra metodica (Tabella 1).

#### QUANDO ESEGUIRLA

La visualizzazione intracoronarica coronarica sia con IVUS che con OCT ha mostrato un miglioramento dei risultati procedurali e clinici dei pazienti trattati con PCI. L'interventistica

percutanea supportata da visualizzazione intracoronarica dovrebbe essere utilizzata nei seguenti casi:

- stenosi del tronco comune;
- biforcazioni; soprattutto quelle che necessitano impianto di due stent;
- impianto di stent biorassorbibili di prima generazione;
- lesioni ostiali;
- vaso con calcificazioni severe per il quale non appare certo il raggiungimento di un risultato luminografico ottimale.

In tutti i casi elencati la visualizzazione intracoronarica contribuisce a chiarire nei dettagli l'anatomia del vaso, consentendo di individuare problematiche non evidenziabili all'anatomia angiografica. Permette inoltre un'accurata scelta dei materiali (es. diametro e lunghezza del pallone), la chiarificazione dei meccanismi di restenosi e l'ottimizzazione dello stent post-impianto.

### Trattamento delle lesioni calcifiche

Le lesioni calcifiche coronariche rappresentano una limitazione al trattamento ottimale dei vasi coronarici. Quando paragonate a placche non calcifiche, le lesioni calcifiche sono associate a minor tasso di successo della PCI, ad un maggior tasso di restenosi, sottoespansione dello stent ed eventi avversi. In presenza di albero coronarico con calcificazioni di grado moderato-severo è importante l'utilizzo sistemi di visualizzazione intracoronarica per minimizzare i rischi di risultato non ottimale e ridurre le complicanze.

Gli aspetti tecnici da tenere presenti in caso di calcificazioni severe dell'albero coronarico sono:

- *un backup ottimale*: il trattamento di lesioni calcifiche può necessitare di un maggior supporto. Il supporto viene garantito dalla presenza di cateteri >6 Fr e cateteri con una seconda curva di appoggio sulla parete opposta dell'aorta quali l'EBU (Medtronic, Minneapolis, MN, USA), l'XB (Cordis, Gaithersburg, MD, USA) o il Voda (Boston Scientific, Natick, MA, USA). Ulteriori cateteri possono inoltre essere manipolati in maniera da avere facile introduzione nella coronaria. Le manovre di ingaggio profondo della coronaria, soprattutto nel caso della destra, possono essere ottenute durante inspirazione profonda, esercitando un movimento antiorario e di spinta. Cateteri di dimensioni ridotte (5 Fr) possono rendersi necessari quando si desidera effettuare una cannulazione selettiva per migliorare il supporto. Una seconda guida coronarica può essere di aiuto per meglio

**Tabella 1.** Confronto tra la metodica ecografica intravascolare (IVUS) e la tomografia a coerenza ottica (OCT).

OCT preferibile	IVUS preferibile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stenosi trattate con stent biorassorbibili</li> <li>• Restenosi (fornisce una migliore valutazione morfologica della neointima)</li> <li>• Malapposizione (fornisce un maggiore dettaglio sul numero di maglie malapposte)</li> <li>• Valutazione quantitativa del calcio sia in termini di estensione che di profondità (l'IVUS quantifica solo l'estensione superficiale)</li> <li>• Valutazione del punto in cui riattraversare le maglie nelle biforcazioni</li> <li>• Valutazione delle lesioni con anatomia incerta con IVUS non dirimente (sospetta erosione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preferibile nei pazienti con insufficienza renale avanzata</li> <li>• Condizioni con scarsa possibilità di lavaggio ed iniezione di contrasto:</li> <li>• Malattia del tronco comune e dei vasi con diametro &gt;4 mm</li> <li>• Malattia dei piccoli vasi (diametro &lt;2.5 mm)</li> <li>• Anatomie coronariche con ingaggio del catetere subottimale</li> <li>• Lesioni coronariche subocclusive</li> <li>• Lesioni con sospetto trombo (l'OCT potrebbe aumentare il rischio di embolismo distale)</li> <li>• Dissezione e sospetto ematoma con estensione distale</li> <li>• Nelle occlusioni croniche per la definizione della sede di puntura della capsula prossimale</li> </ul>

stabilizzare il catetere guida. In caso di scarso supporto è particolarmente indicato l'utilizzo di cateteri tipo "Child in Mother" come il Guideliner (Vascular Solutions Inc., Minneapolis, MN, USA) e il GuideZilla (Boston Scientific). La raccomandazione durante l'uso di questi cateteri è di avvanzarli sempre con supporto del pallone in modo da evitare traumi. In alternativa è possibile avanzare i cateteri di supporto GuideZilla e Guideliner su doppia guida coronarica. Un'aumentata stabilità del catetere guida si ottiene anche con l'utilizzo di guide quali GrandSlam, Sion Blue ES, Sion Extrasupport (Asahi Intecc, Nagoya, Giappone), Hi-torque IronMan (Abbott Vascular, CA, USA). Una volta ottimizzato il backup, il trattamento delle lesioni diffusamente calcifiche passa attraverso l'utilizzo di materiali che permettano la preparazione della lesione in maniera ottimale. In caso di albero coronarico severamente calcifico è opportuno valutare l'estensione circonferenziale del calcio con l'IVUS che permette di classificarne l'estensione in 4 gradi:

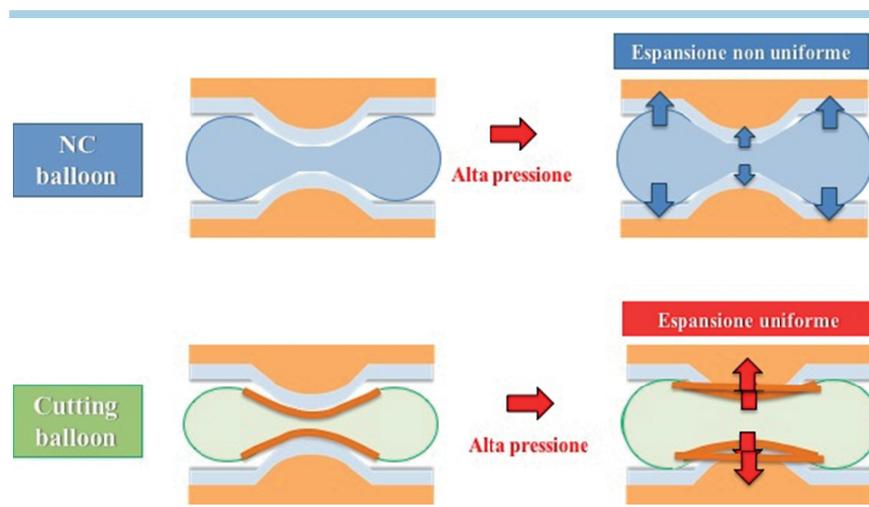
- Classe I: calcio esteso da 0 a 90°,
- Classe II: calcio esteso da 90-180°,
- Classe III: calcio esteso da 180-270°,
- Classe IV: calcio esteso da 270-360°.

L'OCT offre la possibilità di valutare l'estensione in profondità della componente calcifica. La preparazione delle lesioni calcifiche comprende:

- *palloni non complianti*: la peculiarità di questi palloni è di mantenere un diametro costante indipendentemente dalla pressione applicata. Tuttavia nelle lesioni calcifiche non espandibili il diametro del pallone tende a non essere costante con minore espandibilità nella parte maggiormente calcifica e maggiore espandibilità delle parti del vaso a minore resistenza. Questo può causare la rottura del vaso o la creazione di ampie dissezioni. Il suggerimento è di gonfiare il pallone non complianti sino a pressione nominale. Successivamente l'incremento del gonfiaggio deve procedere lentamente sotto guida fluoroscopica sino ad osservare un'espansione simmetrica ed uniforme

del pallone stesso. In caso di non dilatabilità dei palloni non complianti tradizionali, un'opzione può essere l'utilizzo dei palloni "super high-pressure" (OPN Balloon, SIS Medical, Frauenfeld, Svizzera) caratterizzati dall'aver un doppio rivestimento esterno e che consentono il raggiungimento di pressioni elevate, sino a 40 atm.

- *cutting balloon*: sono palloni dotati di bassa compliance e con 3-4 aterotomi disposti longitudinalmente rispetto alla superficie esterna del pallone. La presenza di tali microlame permette al pallone di ancorarsi alla superficie del vaso in determinati punti, permettendo così di esercitare una maggiore pressione (Figura 6). Rispetto al pallone non complianti, che consente una rottura superficiale del calcio, il cutting balloon è in grado di creare fratture profonde che consentono una migliore espansione dello stent. L'utilizzo del cutting balloon va riservato a casi con scarsa dilatabilità del vaso calcifico con palloni non complianti previa valutazione con IVUS. Il diametro di utilizzo del cutting deve essere di mezzo millimetro inferiore rispetto al diametro di riferimento del vaso. In tal modo si minimizza il rischio di rotture vasali che attualmente rappresenta il vero limite all'utilizzo del cutting nella preparazione delle lesioni.
- *aterectomia rotazionale*: questa tecnologia si basa sull'utilizzo di una sonda rotazionale (Rotablator, Boston Scientific, Marlborough, MA, USA) che produce un allargamento del lume tramite una rimozione fisica della placca e un cambiamento fisico nella placca che diventa meno rigida. Inoltre la sonda rotazionale agisce mediante il principio del "differential cutting", per cui agisce prevalentemente sui tessuti non elastici (placche calcifiche) non aggredendo tessuti dotati di elasticità quali il tessuto sano. Un'elevata velocità di ablazione della sonda facilita il suo avanzamento attraverso le lesioni calcifiche minimizzando la frizione. Il Rotablator va avanzato tramite una guida dedicata che consente il mantenimento della posizione coassiale rispetto al vaso. Tuttavia, in presenza di vasi diffusamente tortuosi e con angolazione accentuata la sonda aterotomica potrebbe causare dissezioni o rotture vasali.



**Figura 6.** Differenze concettuali e pratiche tra pallone non complianti (NC) e "cutting balloon". Il pallone NC presenta un'espansione non uniforme in caso di stenosi non dilatabili. Nel caso del "cutting balloon", la presenza di lame all'esterno del pallone consentono la distribuzione della forza in alcuni punti, incrementandone l'efficacia..

Le complicanze secondarie all'utilizzo di aterectomia rotazionale sono principalmente: dissezione del vaso (1.7-5.9%), "slow flow/no flow" (0.0-2.6%) e la rottura del vaso (0-2%). Lo "slow flow/no flow" durante aterectomia è solitamente secondario alla microembolizzazione, in tal caso è consigliabile interrompere l'utilizzo della sonda e somministrare vasodilatatori (adenosina o nitroprussiato) selettivamente e prevalentemente distali nel vaso. Altra complicanza che può verificarsi è l'intrappolamento della sonda. Per prevenire tale problematica l'operatore deve evitare la spinta costante della sonda attraverso la placca e cercare di avanzare tramite una picchiettatura cadenzata della zona a maggior resistenza. In generale la sonda dovrà progredire distalmente perché la placca è stata ridotta e non perché si è guadagnato il lume distale con la forza di spinta. Segni di attenzione e che devono mettere l'operatore in allerta sono sia visivi (mancanza di avanzamento della sonda), sia uditivi (cambiamenti nell'intensità del rumore durante l'ablazione), sia tattili (resistenza del knob e vibrazione del sistema). In caso di intrappolamento della sonda è consigliabile eseguire un'intubazione profonda col catetere guida e procedere a ritiro della sonda con maggior supporto. Altra possibilità è quella di utilizzare un "buddy balloon" per favorire lo scivolamento della sonda<sup>33</sup>. In letteratura sono riportate varie tecniche che possono facilitare la rimozione di una sonda intrappolata<sup>34</sup>.

- **litotrissia coronarica:** la litotrissia intravascolare si basa sulla generazione di onde soniche di pressione ad elevata velocità che entrano nella profondità del calcio consentendone una modificazione profonda nella struttura. La litotrissia coronarica appare, dalle prime esperienze, essere una tecnologia interessante e promettente soprattutto in termini di sicurezza permettendo così di minimizzare il numero delle rotture vascolari. Tale metodica è oggi disponibile per interventistica vascolare coronarica e periferica. La metodica utilizza palloni simili a quelli per PCI con un sistema per l'erogazione di ultrasuoni (Skockwave Medical, Fremont, CA, USA).

## BIBLIOGRAFIA

1. Escaned J, Collet C, Ryan N, et al. Clinical outcomes of state-of-the-art percutaneous coronary revascularization in patients with de novo three vessel disease: 1-year results of the SYNTAX II study. *Eur Heart J* 2017;38:3124-34.
2. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al.; SYNTAX Investigators. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:961-72.
3. Bønaa KH, Mannsverk J, Wiseth R, et al.; NORSTENT Investigators. Drug-eluting or bare-metal stents for coronary artery disease. *N Engl J Med* 2016;375:1242-52.
4. Urban P, Meredith IT, Abizaid A, et al.; LEADERS FREE Investigators. Polymer-free drug-coated coronary stents in patients at high bleeding risk. *N Engl J Med* 2015;373:2038-47.
5. Briguori C, Sarais C, Pagnotta P, et

al. In-stent restenosis in small coronary arteries: impact of strut thickness. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:403-9.

6. Latib A, Colombo A. Bifurcation disease: what do we know, what should we do? *JACC Cardiovasc Interv* 2008;1:218-26.
7. Latib A, Colombo A, Castriota F, et al. A randomized multicenter study comparing a paclitaxel drug-eluting balloon with a paclitaxel-eluting stent in small coronary vessels: the BELLO (Balloon Elution and Late Loss Optimization) study. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:2473-80.
8. Jeger R, Farah A, Ohlow MA, et al.; BASKET-SMALL 2 Investigators. Drug-coated balloons for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): an open-label randomised non-inferiority trial. *Lancet* 2018;392:849-56.
9. Tanaka A, Jabbour RJ, Mitomo S, Latib A, Colombo A. Hybrid percutaneous coronary intervention with bioresorbable

## CONCLUSIONI

La PCI, dall'alto dei suoi primi 40 anni, appare essere ormai una metodica robusta e con comprovata utilità scientifica. Il cardiologo interventista dovrà fornire sicurezza e risultati stabili lungo termine. Tali obiettivi possono essere raggiunti attraverso l'appropriata selezione del paziente, delle lesioni, delle metodiche operative e della conduzione della procedura. La pianificazione di un intervento deve anche tenere conto della possibilità di utilizzare altri esperti se la situazione specifica in cui ci troviamo non si dimostra ottimale.

## MESSAGGI CHIAVE

- La PCI fatta bene è in grado di migliorare la storia naturale dei pazienti e ciò è documentato dalla pubblicazione di recenti studi dove si è dimostrato che l'outcome dei pazienti sottoposti a rivascolarizzazione percutanea è migliorato.
- Gli sviluppi nei materiali, nelle tecniche e nei sistemi di supporto ha permesso negli ultimi anni di migliorare i risultati immediati ed a lungo termine della PCI.
- Una preparazione meticolosa della lesione tramite pre- e post-dilatazione e un impianto degli stent guidato dall'imaging è attualmente in grado di garantire un'ottima resa della PCI e di incrementare la sicurezza della procedura.

## RIASSUNTO

L'angioplastica coronarica percutanea ha compiuto 40 anni e nel corso del tempo ha guadagnato notorietà ottenendo risultati degni di nota. Grazie al progressivo sviluppo di materiali e di tecniche e grazie ad una migliore comprensione riguardo la farmacologia del trattamento della malattia coronarica, oggi il trattamento percutaneo è diventato in molti casi una valida alternativa al bypass aortocoronarico. In questo articolo mostriamo alcuni "tips and tricks" per migliorare l'esecuzione e l'efficacia della rivascolarizzazione coronarica transcateretere.

**Parole chiave.** Angioplastica coronarica; Malattia coronarica; Rivascolarizzazione.

vascular scaffolds in combination with drug-eluting stents or drug-coated balloons for complex coronary lesions. *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10:539-47.

10. Thiele H, Akin I, Sandri M, et al.; CULPRIT-SHOCK Investigators. One-year outcomes after PCI strategies in cardiogenic shock. *N Engl J Med* 2018 Aug 25. doi: 10.1056/NEJMoa1808788 [Epub ahead of print].
11. Xaplanteris P, Fournier S, Pijls NH, et al.; FAME 2 Investigators. Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve. *N Engl J Med* 2017;379:250-9.
12. Wald DS, Morris JK, Wald NJ, et al.; PRAMI Investigators. Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction. *N Engl J Med* 2013;369:1115-23.
13. Hamilos M, Muller O, Cuisset T. Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-guided treatment in patients with angiographically equivocal left

main coronary artery stenosis. *Circulation* 2009;120:1505-12.

14. De Bruyne B, Fearon WF, Pijls NH, et al.; FAME 2 Trial Investigators. Fractional flow reserve-guided PCI for stable coronary artery disease. *N Engl J Med* 2014;371:1208-17.

15. Shiode N, Okimoto T, Tamekiyo H et al. Contrast-induced hyperemia as an alternative to drug-induced hyperemia in the evaluation of the fractional flow reserve in coronary lesions. *Intern Med* 2017;56:253-7.

16. Davies JE, Sen S, Dehbi HM, et al. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI. *N Engl J Med* 2017;376:1824-34.

17. Xu B, Tu S, Qiao S, et al. Diagnostic accuracy of angiography-based quantitative flow ratio measurements for online assessment of coronary stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2017;70:3077-87.

18. Routledge H, Sastry S. Radial versus femoral access for acute coronary syndromes. *Curr Cardiol Rep* 2015;17:117.

19. Kiemeneij F, Laarman GC. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993;30:173-8.

20. Maniotis C, Koutouzis M, Andreou C, et al. Transradial approach for cardiac catheterization in patients with negative Allen's test. *J Invasive Cardiol* 2015;27:416-20.

21. Saito, S, Ikei H, Hosokawa H, et al. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999;46:173-8.

22. Holm NR, Sindberg B, Schou M, et al.; CLOSE-UP Study Group. Randomised

comparison of manual compression and FemoSeal™ vascular closure device for closure after femoral artery access coronary angiography: the CLOSure dEVICES Used in everyday Practice (CLOSE-UP) study. *EuroIntervention* 2014;10:183-90.

23. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:751-8.

24. Gerbaud E, Weisz G, Tanaka A, et al. Multi-laboratory inter-institute reproducibility study of IVOCT and IVUS assessments using published consensus document definitions. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016;17:756-64.

25. Sawada T, Shite J, Negi N, et al. Factors that influence measurements and accurate evaluation of stent apposition by optical coherence tomography. Assessment using a phantom model. *Circ J* 2009;73:1841-7.

26. Azzalini L, Mitomo S, Hachinohe D, Regazzoli D, Colombo A. Zero-contrast percutaneous coronary intervention guided by dextran-based optical coherence tomography. *Can J Cardiol* 2018;34:342.e1-342.e3.

27. Van der Sijde JN, Karanasos A, van Ditzhuijzen NS, et al. Safety of optical coherence tomography in daily practice: a comparison with intravascular ultrasound. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:467-74.

28. de Jaegere P, Mudra H, Figulla H, et al. Intravascular ultrasound-guided optimized stent deployment. Immediate and 6 months clinical and angiographic results from the Multicenter Ultrasound Stenting

in Coronaries Study (MUSIC Study). *Eur Heart J* 1998;19:1214-23.

29. Hong SJ, Kim BK, Shin DH, et al. Effect of intravascular ultrasound-guided vs angiography-guided everolimus-eluting stent implantation: the IVUS-XPL randomized clinical trial. *JAMA* 2015;314:2155-63.

30. Zhang YJ, Pang S, Chen XY, et al. Comparison of intravascular ultrasound guided versus angiography guided drug eluting stent implantation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord* 2015;17:153.

31. Prati F, Di Vito L, Biondi-Zoccai G, et al. Angiography alone versus angiography plus optical coherence tomography to guide decision-making during percutaneous coronary intervention: the Centro per la Lotta contro l'Infarto Optimisation of Percutaneous Coronary Intervention (CLI-OPCI) study. *EuroIntervention* 2012;8:823-9.

32. Meneveau N, Souteyrand G, Motreff P, et al. Optical coherence tomography to optimize results of percutaneous coronary intervention in patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: results of the multicenter, randomized DOCTORS Study (Does Optical Coherence Tomography Optimize Results of Stenting). *Circulation* 2016;134:906-17.

33. Tomey MI, Kini AS, Sharma S. Current status of rotational atherectomy. *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7:345-53.

34. Sakakura K, Taniguchi Y, Tsukui T, Yamamoto K, Momomura SI, Fujita H. Successful removal of an entrapped rotational atherectomy burr using a soft guide extension catheter. *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10:e227-9.