

# Νόσος Στελέχους στο Αιμοδυναμικό Εργαστήριο

ΧΡΗΣΤΟΣ Σ. ΚΑΤΣΟΥΡΑΣ  
ΜΙΧΑΗΛ Η. ΠΑΠΑΦΑΚΛΗΣ  
ΛΑΜΠΡΟΣ Κ. ΜΙΧΑΛΗΣ

B' Καρδιολογική Κλινική  
Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ιωαννίνων  
Ιωάννινα

## Λέξεις ευρετηρίου

Στεφανιαία Νόσος Στελέχους, Διαδερμική Στεφανιαία Επαναιμάτωση

## Λάμπρος Κ Μιχάλης

Καθηγητής Καρδιολογίας,  
Τμήμα Ιατρικής Σχολή Επιστημών Υγείας,  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Διευθυντής Β' Καρδιολογικής Κλινικής, Πανεπιστημιακό  
Νοσοκομείο Ιωαννίνων

## Διεύθυνση επικοινωνίας

Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ιωαννίνων,  
B' Καρδιολογική Κλινική,  
Σταύρου Νιάρχου, Τ.Κ. 45500, Ιωάννινα  
E-mail: lamprosmihalis@gmail.com  
Τηλ: 26510-99040, 6973-318092

**Η** αντιμετώπιση της νόσου του μη προστατευμένου στελέχους της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας έχει αλλάξει δραματικά στη σύγχρονη εποχή. Η διαδερμική στεφανιαία επέμβαση αποτελεί πλέον μία αποδεκτή (ή και την πιο κατάλληλη) μέθοδο παρέμβασης, αρκεί να πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια που αφορούν τόσο την ανατομία των στεφανιαίων αγγείων (έκταση και πολυπλοκότητα νόσου), όσο και την συνολική εκτίμηση του ασθενούς (συν-νοσηρότητες, περιεπεμβατικός κίνδυνος για αορτοστεφανιαία παράκαμψη). Η χρησιμοποίηση ιδιαίτερων διαγνωστικών (κυρίως της ενδοαυλικής απεικόνισης) και θεραπευτικών (π.χ. ειδικές μέθοδοι για τοποθέτηση δύο stents, ή τεχνικές τροποποίησης αθηρωματικής πλάκας) εφαρμογών, καθώς και η βοήθεια που προσφέρουν οι συσκευές υποβοήθησης της κυκλοφορίας σε επιλεγμένους ασθενείς, οδηγούν όχι μόνον στη μείωση του περιεπεμβατικού κινδύνου στο αιμοδυναμικό εργαστήριο, αλλά και την καλύτερη απώτερη πρόγνωση του ασθενούς.

## Οι πρώτες επεμβάσεις στελέχους στο αιμοδυναμικό εργαστήριο

Η πρώτη διαδερμική στεφανιαία επέμβαση (Percutaneous Coronary Intervention, PCI) στο μη προστατευμένο στέλεχος έγινε πριν 44 χρόνια, από τον Andreas Gruentzig, στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο της Φρανκφούρτης στη Γερμανία, στις 24 Νοεμβρίου 1977.<sup>1</sup> Ο ασθενής, άνδρας 43 ετών, υποβλήθηκε σε επιτυχή αγγειοπλαστική με μπαλόνι, αλλά δυστυχώς κατέληξε αιφνίδια ένα έτος αργότερα.<sup>2</sup> Ακολούθησε μία περίοδος περιστασιακών περιστατικών, ενώ οι πρώτες καταγραφές από μικρές σειρές ασθενών στα τέλη της δεκαετίας του '80, έδειξαν μη αποδεκτά αποτελέσματα (περιεπεμβατική θνητότητα: 9%, τριετής επιβίωση: 36%).<sup>3</sup>

## Από τα BMS στα DES

Η ανακάλυψη και χρησιμοποίηση των μεταλλικών ενδοστεφανιαίων προθέσεων (baremetal-stent, BMS) μείωσε δραστικά τη νοσοκομειακή θνητότητα και βελτίωσε την απώτερη πρόγνωση, ενώ τα stents με δυνατότητα έκλυσης φαρμάκου (drugelutingstent, DES) μείωσαν περαιτέρω τη θνητότητα, το έμφραγμα του μυοκαρδίου και την ανάγκη για νέα επέμβαση (τριετής επιβίωση: 91%).<sup>4,5</sup> Η PCI κατοχυρώθηκε ως μία μέθοδος εναλλακτική της χειρουργικής για τη νόσο του μη προστατευμένου στελέχους με δύο πρακτικά επακόλουθα: α) να θεωρείται ως κύρια επιλογή σε ασθενείς με υψηλή εκτιμώμενη περιεχειρητική θνητότητα, και β) να σχεδιασθούν τυχαιοποιημένες μελέτες σύγκρισης έναντι της χειρουργικής θεραπείας, για ασθενείς με χαμηλό περιεχειρητικό κίνδυνο.

## Οι τυχαιοποιημένες μελέτες: Αγγειοπλαστική έναντι αορτοστεφανιαίας παράκαμψης

Τα αποτελέσματα των τυχαιοποιημένων μελετών (Πίνακας 1) έδειξαν ότι οι δύο μέθοδοι είχαν παρόμοια θνητότητα μέχρι τα 5 ή 10 έτη παρακολούθησης (πλην της μελέτης EXCEL, όπου υπερείχε η αορτοστεφανιαία παράκαμψη).<sup>6-9</sup> Σταθερό εύρημα αποτέλεσε ο αυξημένος κίνδυνος για ανάγκη επανεπέμβασης στην ομάδα της PCI. Οι ασθενείς που τυχαιοποιήθηκαν στις μελέτες αυτές ήταν εξαιρετικά χαμηλού περιεχειρητικού κινδύνου (logistic Euroscore 2-4%). Η μέση τιμή του SYNTAXscore στις μελέτες κυμάνθηκε από 22 ως 30. Στη μελέτη EXCEL η παρουσία SYNTAXscore >32 αποτελούσε κριτήριο αποκλεισμού, ενώ στη μελέτη NOBLE αποκλείονταν ασθενείς με αγγειογραφικά κριτήρια “σύμπλοκων” βλαβών.

Υπενθυμίζουμε ότι για την εκτίμηση των στενώσεων ενδιάμεσης βαρύτητας απαιτείται η επιβεβαίωση της σοβαρότητας της νόσου είτε με τεχνικές συμμάτων πίεσης είτε με τεχνικές ενδοαυλικής απεικόνισης, με κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν και στην μεγαλύτερη από τις παραπάνω μελέτες (κλασματική εφεδρεία ροής

$\leq 0.80$ , ελάχιστη επιφάνεια αυλού  $\leq 6.0\text{mm}^2$ ), ενώ σε οριακά αποτελέσματα συχνά απαιτείται η συνεκτίμηση και των δύο μεθόδων.

## Μέθοδοι βελτίωσης αποτελέσματος με την PCI

### α. Βελτίωση του απεικονιστικού αποτελέσματος της PCI

Η ενδοαγγειακή απεικόνιση παρέχει πληροφορίες για την έκταση (π.χ. εκτίμηση βαρύτητας βλάβης στο άπω τμήμα στελέχους και στα στόμια των κλάδων διχασμού) και τη σύσταση (ασβέστωση) της αθηρωματικής νόσου και καθοδηγεί την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής. Μη τυχαιοποιημένες μελέτες ή υπο-μελέτες των μεγάλων τυχαιοποιημένων μελετών έδειξαν πως η χρήση του ενδοστεφανιαίου υπερηχογραφήματος (Intravascular Ultrasound – IVUS) οδηγεί σε καλύτερο άμεσο αποτέλεσμα, καλύτερη μεσοπρόθεσμη πρόγνωση (μικρότερο κίνδυνο θανάτου στα 3 έτη),<sup>10</sup> και μικρότερη ανάγκη για νέα επέμβαση στο στέλεχος στα 5 έτη.<sup>11</sup> Μία μετα-ανάλυση (μόνον μία μελέτη 62 ασθενών ήταν τυχαιοποιημένη) έδειξε μικρότερο κίνδυνο θανάτου, καρδιακού θανάτου, εμφράγματος και θρόμβωσης του stent.<sup>12</sup> Αναμένονται τα αποτελέσματα της τυχαιοποιημένης μελέτης OPTIMAL (NCT04111770) που θα συμπεριλάβει 800 ασθενείς (αναμενόμενη συμπλήρωση του αριθμού των ασθενών το 2024). Τα τελευταία χρόνια έχει προστεθεί και η οπτική συνεκτική τομογραφία (Optical Coherence Tomography – OCT) στις τεχνικές ενδοστεφανιαίας απεικόνισης που, παρά τους γνωστούς περιορισμούς της, μπορεί να εφαρμοσθεί στην πλειονότητα των ασθενών με μη στομιακή νόσο στελέχους για επίτευξη βέλτιστου αποτελέσματος με τη χρήση των DES.<sup>13</sup>

### β. Επιλογή κατάλληλης τεχνικής

Γενικά, προτιμάται η τεχνική του ενός stent σε βλάβες που δεν είναι αληθείς βλάβες διχασμού. Για τις αληθείς βλάβες διχασμού (κατάταξη κατά MEDINA 1,1,1 ή 0,1,1) προτείνεται η τεχνική DK-Crush η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί στην πλειονότητα των περιπτώσεων για δύο κυρίως λόγους:

**Πίνακας 1.**

**Τυχαίοποιημένες μελέτες (με σημαντικό αριθμό ασθενών και επαρκή διάρκεια παρακολούθησης) και σύγκριση καταληκτικών σημείων μεταξύ αγγειοπλαστικής και αορτοστεφανιαίας παράκαμψης σε ασθενείς με νόσο στελέχους.**

Τυχαίοποιημένη Μελέτη	Καταληκτικό Σημείο	Αγγειοπλαστική (PCI)	Αορτοστεφανιαία Παράκαμψη (CABG)	Σχετικός Κίνδυνος (95% ΔΕ)	Τιμή P
<b>SYNTAX – 10 έτη</b> PES (v=357) έναντι CABG (v=348)	<i>Πρωτεύον:</i> Ολική θνητότητα	27%	28%	HR 0.92 (0.69-1.22)	–
<b>EXCEL – 5 έτη</b> EES (v=948) έναντι CABG (v=957)	<i>Πρωτεύον:</i> Ολική θνητότητα	22%	19.2%	OR 1.19 (0.95-1.50)	0.13
	AEE, EM				
	Ολική θνητότητα	13%	9.9%	1.38 (1.03-1.85)	<0.05
	EM	10.6%	9.1%	1.14 (0.84-1.55)	–
	AEE	2.9%	3.7%	0.78 (0.46-1.31)	–
<b>NOBLE – 5 έτη</b> DES (>85% UES, v=592) έναντι CABG (v=592)	<i>Πρωτεύον:</i> Ολική θνητότητα, μη επεμβατικό EM, επαναγγείωση, AEE	28.4%	19.2%	HR 1.58 (1.24-2.01)	0.0002
	Ολική θνητότητα	9.4%	8.7%	HR 1.08 (0.74-1.59)	0.68
	Μη επεμβατικό EM	7.6%	2.7%	HR 2.99 (1.66-5.39)	0.0002
	Επαναγγείωση	17.1%	10.2%	HR 1.73 (1.25-2.40)	0.0009
	AEE	3.8%	2.2%	HR 1.75 (0.86-3.55)	0.1109
<b>PRECOMBAT – 10 έτη</b> SES(v=300)έναντι CABG (v=300)	<i>Πρωτεύον:</i> Ολική θνητότητα, EM, AEE, επαναγγείωση του αγγείου στόχου λόγω ισχαιμίας	29.8%	24.7%	HR 1.25 (0.93-1.69)	–
	Ολική θνητότητα	14.5%	13.8%	HR 1.13 (0.75-1.70)	–
	EM	3.2%	2.8%	HR 1.32 (0.55-3.13)	–
	AEE	1.9%	2.2%	HR 0.71 (0.22-2.23)	–
	Επαναγγείωση του αγγείου στόχου λόγω ισχαιμίας	16.1%	8%	HR 1.98 (1.21-3.21)	–

AEE: αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ΔΕ: διάστημα εμπιστοσύνης, EM: έμφραγμα μυοκαρδίου  
CABG: coronary arterybypassgrafting, DES: drug-elutingstents, EES: everolimus-elutingstents, HR: hazardratio, OR: oddsratio,  
PES: paclitaxel-elutingstents, SES: sirolimus-elutingstents, UES: umirolimus-elutingstents

1) γιατί έχει την καλύτερη βιβλιογραφική υποστήριξη,<sup>14,15</sup> και

2) γιατί κάνει την διαδικασία ασφαλέστερη αφού, μετά τη διέλευση των συρμάτων στα δύο κύρια αγγεία, ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος απόφραξης μείζονος αγγείου.

### γ. Συσκευές μηχανικής υποβοήθησης της κυκλοφορίας

Η οργάνωση τυχαίοποιημένων μελετών χρήσης συσκευών υποβοήθησης της κυκλοφορίας σε ασθενείς με καταπληξία ή μετά από καρδιακή ανακοπή και νόσο στελέχους έχει εγγενείς δυ-

σκολίες. Στην πράξη, οι συσκευές χρησιμοποιούνται συχνά σε περιπτώσεις καρδιογενούς καταπληξίας και νόσο στελέχους. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν προφυλακτικά σε «σταθερούς» ασθενείς με σοβαρή δυσλειτουργία της αριστερής κοιλίας που θα υποβληθούν σε PCIστελέχους.<sup>16-18</sup> Η επιλογή των ασθενών βασίζεται σε κριτήρια που το κάθε αιμοδυναμικό εργαστήριο πρέπει να έχει προκαθορίσει. Τα από τους συγγραφείς προτεινόμενα κριτήρια είναι: κλάσμα εξώθησης < 30%, αυξημένη πίεση ενσφύνωσης/πνευμονική υπέρταση, χρήση τεχνικών αθηρεκτομής στο στέλεχος. Είναι υπό έρευνα αν συγκεκριμένα αιμοδυναμικά κριτήρια

(π.χ. διαφορά διαστολικής αρτηριακής πίεσης από τελοδιαστολική πίεση αριστερής κοιλίας) μπορούν να προβλέψουν την ανάγκη χρήσης συσκευής υποβοήθησης κυκλοφορίας σε υψηλό κινδύνου PCI. Σε αρκετές περιπτώσεις η τοποθέτηση θηκαρίου «ετοιμότητας» για χρήση ενδοαορτικού ασκού είναι μία στρατηγική για ελαχιστοποίηση του χρόνου τοποθέτησης της συσκευής, αν παραστεί ανάγκη.

## δ. Ειδικά τεχνικά θέματα κατά την αγγειοπλαστική

Επειδή η διάμετρος του στελέχους είναι συχνά μεγαλύτερη από το μέγεθος των διαθέσιμων stents (διάμετρος 4 mm), είναι σημαντικό να επιλέγονται ειδικά stent με δυνατότητα μεταδιάτασης έως 5.5-6 mm. Εφόσον έχει διαπιστωθεί έντονη ασβέστωση (τόξο >270° με την ενδαγγειακή απεικόνιση), η χρήση τεχνικών τροποποίησης της αθηρωματικής πλάκας είναι σημαντική. Σε περίπτωση χρήσης περιστροφικής αθηρεκτομής σε νόσο διχασμού, είναι σημαντικό να έχει αφαιρεθεί το 2ο οδηγό σύρμα αγγειοπλαστικής, ενώ σε περίπτωση έντονης ασβέστωσης στο στόμιο του στελέχους, είναι πιθανόν να χρειαστεί σκληρό σύρμα περιστροφικής αθηρεκτομής (Rotawire Extra Support). Αν εναλλακτικά χρησιμοποιηθεί λιθοτριψία, υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των συνεχόμενων παλμών που μπορούν να δοθούν λόγω κινδύνου σοβαρής ισχαιμίας και αιμοδυναμικής κατάρριψης του ασθενούς. Τέλος, για την ακριβή τοποθέτηση stent σε νόσο στομίου του στελέχους είναι απαραίτητη η ακτινοσκόπηση από διαφορετικές γωνίες (με κύρια την αριστερή κраниκή λήψη), ενώ βοηθά η τεχνική 'Sepal' με ένα επιπλέον οδηγό σύρμα αγγειοπλαστικής, το οποίο προωθείται ελεύθερο προς τα πίσω στην αορτή.

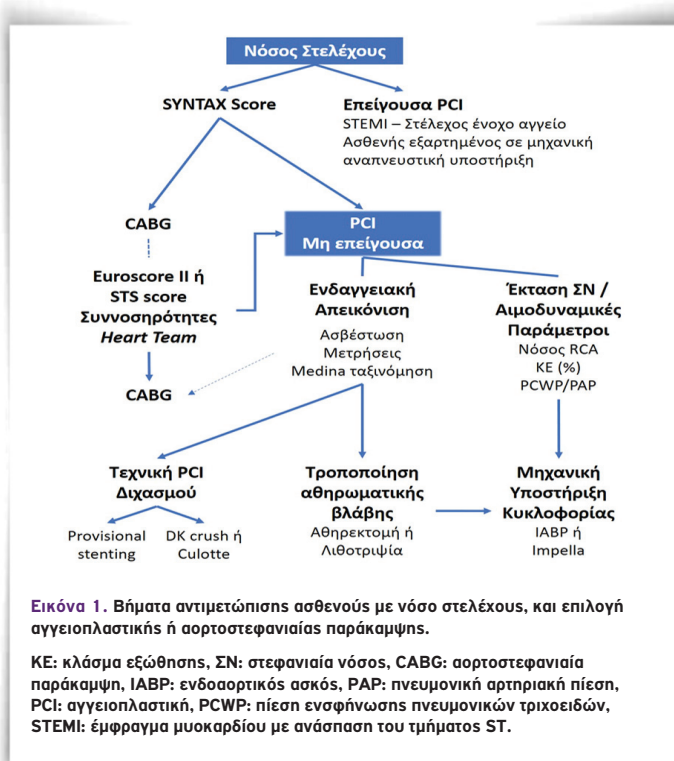
## Επιλογή ασθενούς με νόσο στελέχους για PCI

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την τελική απόφαση για την επιλογή της μεθόδου επαναιμάτωσης (Εικόνα 1): ο περιεγχειρητικός κίνδυνος, η δυνατότητα πλήρους επαναιμάτωσης, η

αγγειογραφική έκταση/συμπλοκότητα της νόσου (SYNTAXscore), οι συν-νοσηρότητες (π.χ. χρόνια αναπνευστική νόσος), οαιμορραγικός κίνδυνος από τη διπλή αντιαιμοπεταλιακή αγωγή, η ηλικία και το προσδόκιμο επιβίωσης. Η πλειονότητα των ασθενών (>60%) με σακχαρώδη διαβήτη και νόσο στελέχους έχουν επίσης σημαντική πολυαγγειακή νόσο. Η χειρουργική αντιμετώπιση αποτελεί την πρώτη επιλογή στους ασθενείς αυτούς. Για τους διαβητικούς ασθενείς με μεμονωμένη νόσο στελέχους, η επιλογή της αγγειοπλαστικής φαίνεται να μην υστερεί όσον αφορά σκληρά καταληκτικά σημεία.<sup>7,19</sup> Την τελική πρόταση την κάνει η ομάδα καρδιάς του νοσοκομείου (όπου συμμετέχουν κλινικός και επεμβατικός καρδιολόγος, και καρδιοχειρουργός) και την τελική απόφαση λαμβάνει ο ασθενής, υπό την προϋπόθεση ότι είναι πλήρως και κατάλληλα ενημερωμένος. Για ασθενείς με SYNTAXscore  $\geq 33$  και μη υψηλό περιεγχειρητικό κίνδυνο, πρώτη επιλογή αποτελεί η αορτοστεφανιαία παράκαμψη.<sup>20</sup> Για ασθενείς με SYNTAXscore  $\leq 32$ , συνεκτιμώνται κυρίως η ύπαρξη συν-νοσηροτήτων και η βαθμονόμηση κατά SYNTAXscoreII.<sup>21,22</sup> Πρέπει να σημειώσουμε ότι το Syntaxscore της νόσου διχασμού στελέχους (χωρίς νόσο σε άλλα αγγεία) κυμαίνεται από 11 (Medina 1,0,0) έως 22 (Medina 1,1,1) χωρίς να λάβουμε υπόψη επιπρόσθετα ανατομικά στοιχεία υψηλού κινδύνου (π.χ. γωνία διχασμού, έντονη ασβέστωση ή ελικώση, μεγάλο μήκος βλάβης).

## Ad hoc PCI σε νόσο στελέχους

Είναι σημαντικό να αποφεύγεται ad hoc PCI στο στέλεχος, καθώς η συζήτηση στην ομάδα καρδιάς πολλές φορές αποκαλύπτει επιπλέον προβλήματα, ο ασθενής πρέπει να είναι πλήρως ενημερωμένος για τις δυνατότητες επιλογής του, ενώ η προσεκτική (νέα) ανάλυση της αγγειογραφίας οδηγεί συχνά σε αλλαγή στρατηγικής. Άμεση/επείγουσα PCI μπορεί να επιλεγεί σε STEMI με «ένοχο» αγγείο το στέλεχος ή σε ασθενείς υπό μηχανική αναπνευστική υποστήριξη που δεν μπορούν να απογαλακτιστούν από αυτή. Η PCI σε ασθενείς με απόφραξη στελέχους και καρδιογενή καταπληξία έχει μεγάλη νο-



## Συμπερασματικά

- Η PCI σε νόσο στελέχους είναι μία «καθημερινότητα» στα αιμοδυναμικά εργαστήρια
- Η μέθοδος αποτελεί πρώτη επιλογή για ασθενείς με αυξημένο χειρουργικό κίνδυνο
- Η επιλογή των ασθενών (με αποδεκτό χειρουργικό κίνδυνο) γίνεται με κριτήρια αγγειογραφικά (SYNTAXscore) και με συνδυασμό αγγειογραφικών/κλινικών κριτηρίων (SYNTAXIIscore)
- Η ενδοστεφανιαία απεικόνιση καθοδηγεί τη τεχνική PCI, και βελτιώνει το αποτέλεσμα και την πρόγνωση
- Προτιμάται η τεχνική ενός stent σε απλές βλάβες και η τεχνική DKCrush σε αληθείς βλάβες διχασμού
- Η ad hoc PCI πρέπει να αποφεύγεται, όποτε είναι δυνατόν
- Η χρήση συσκευών υποβοήθησης της κυκλοφορίας γίνεται σε επιλεγμένους ασθενείς.

## Βιβλιογραφία

1. Gruntzig A. Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis. Lancet. 1978;1(8058):263.
2. Rahimtoola SH. First percutaneous catheter intervention for left main coronary artery disease: 30 years ago. JACC Cardiovasc Interv. 2008;1(1):108.
3. O'Keefe JH, Jr., Hartzler GO, Rutherford BD, et al. Left main coronary angioplasty: early and late results of 127 acute and elective procedures. Am J Cardiol. 1989;64(3):144-7.
4. Black A, Cortina R, Bossi I, Choussat R, Fajadet J, Marco J. Unprotected left main coronary artery stenting: correlates of midterm survival and impact of patient selection. J Am Coll Cardiol. 2001;37(3):832-8.
5. Pandya SB, Kim YH, Meyers SN, et al. Drug-eluting versus bare-metal stents in unprotected left main coronary artery stenosis a meta-analysis. JACC Cardiovasc Interv. 2010;3(6):602-11.
6. Holm NR, Makikallio T, Lindsay MM, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in the treatment of unprotected left main stenosis: updated 5-year outcomes from the randomised, non-inferiority NOBLE trial. Lancet. 2020;395(10219):191-9.
7. Park DW, Ahn JM, Park H, et al. Ten-Year Out-

σοκομειακή θνητότητα, ενώ οι ασθενείς που επιβιώνουν στην οξεία φάση έχουν ικανοποιητική επιβίωση στο 1 έτος.<sup>23,24</sup>

## PCI σε νόσο στελέχους και αντιαιμοπεταλιακή αγωγή

**A.** Είναι σημαντικό να εφαρμόζονται οι πρόσφατες οδηγίες (Ευρωπαϊκή Καρδιολογική Εταιρεία 2020) για τη χορήγηση αντιαιμοπεταλιακών σε ασθενείς με οξύ στεφανιαίο σύνδρομο χωρίς ανάσπαση του διασπόμενου ST. Η «προθεραπεία» με δεύτερο αντιαιμοπεταλιακό οδηγεί σε «υποβάθμιση» της λύσης του χειρουργείου, ακόμη και στις περιπτώσεις που θα ήταν πρώτη επιλογή.

**B.** Για την επιλογή του δεύτερου αντιαιμοπεταλιακού (και της διάρκειας χορήγησης διπλής αντιαιμοπεταλιακής θεραπείας) πρέπει να συνεκτιμώνται τόσο ο ισχαιμικός/θρομβωτικός κίνδυνος, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις τεχνικών 2 stents, όσο και ο αιμορραγικός κίνδυνος. Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε PCI στελέχους είναι συχνά υψηλού αιμορραγικού κινδύνου (λόγω ηλικίας και συν-νοσηροτήτων).

- comes After Drug-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Grafting for Left Main Coronary Disease: Extended Follow-Up of the PRECOMBAT Trial. *Circulation*. 2020;141(18):1437-46.
8. Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, et al. Five-Year Outcomes after PCI or CABG for Left Main Coronary Disease. *N Engl J Med*. 2019; 381(19):1820-30.
  9. Thuijs D, Kappetein AP, Serruys PW, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial. *Lancet*. 2019;394(10206):1325-34.
  10. Park SJ, Kim YH, Park DW, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term mortality in stenting for unprotected left main coronary artery stenosis. *Circ Cardiovasc Interv*. 2009;2(3):167-77.
  11. Ladwiniec A, Walsh SJ, Holm NR, et al. Intravascular ultrasound to guide left main stem intervention: a NOBLE trial substudy. *EuroIntervention*. 2020;16(3):201-9.
  12. Wang Y, Mintz GS, Gu Z, et al. Meta-analysis and systematic review of intravascular ultrasound versus angiography-guided drug eluting stent implantation in left main coronary disease in 4592 patients. *BMC Cardiovasc Disord*. 2018;18(1):115.
  13. Cortese B, Burzotta F, Alfonso F, et al. Role of optical coherence tomography for distal left main stem angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020;96(4):755-61.
  14. Chen X, Li X, Zhang JJ, et al. 3-Year Outcomes of the DKCRUSH-V Trial Comparing DK Crush With Provisional Stenting for Left Main Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(19):1927-37.
  15. Chen SL, Xu B, Han YL, et al. Clinical Outcome After DK Crush Versus Culotte Stenting of Distal Left Main Bifurcation Lesions: The 3-Year Follow-Up Results of the DKCRUSH-III Study. *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8(10):1335-42.
  16. Perera D, Stables R, Thomas M, et al. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010; 304(8):867-74.
  17. Schreiber T, Wah Htun W, et al. Real-world supported unprotected left main percutaneous coronary intervention with impella device; data from the USpella registry. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017;90(4):576-81.
  18. Meraj PM, Dixon S, Moses J, et al. Nonemergent Percutaneous Coronary Intervention on an Unprotected Left Main Coronary Artery Supported with Impella(R) Heart Pump in Patients Ineligible for Surgical Revascularization. *J Interv Cardiol*. 2019;2019:9691753.
  19. Lee K, Ahn JM, Yoon YH, et al. Long-Term (10-Year) Outcomes of Stenting or Bypass Surgery for Left Main Coronary Artery Disease in Patients With and Without Diabetes Mellitus. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(8):e015372.
  20. Yoon YH, Ahn JM, Kang DY, et al. Impact of SYNTAX Score on 10-Year Outcomes After Revascularization for Left Main Coronary Artery Disease. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13(3):361-71.
  21. Takahashi K, Serruys PW, Fuster V, et al. Redefinition and validation of the SYNTAX score II to individualise decision making between percutaneous and surgical revascularisation in patients with complex coronary artery disease: secondary analysis of the multicentre randomised controlled SYNTAXES trial with external cohort validation. *Lancet*. 2020;396(10260):1399-412.
  22. Yanes Bowden GJ, Bosa Ojeda F, Jimenez Sosa A, et al. Prognostic value of SYNTAX score and SYNTAX score II in an 'all-comers' population treated with angioplasty. *Coron Artery Dis*. 2021;32(3):231-40.
  23. Pappalardo A, Mamas MA, Imola F, et al. Percutaneous coronary intervention of unprotected left main coronary artery disease as culprit lesion in patients with acute myocardial infarction. *JACC Cardiovasc Interv*. 2011;4(6):618-26.
  24. Gutierrez-Barrios A, Gheorghe L, Camacho-Freire S, et al. Primary Angioplasty in a Catastrophic Presentation: Acute Left Main Coronary Total Occlusion-The ATOLMA Registry. *J Interv Cardiol*. 2020;2020:5246504.