ENC
ÉCOLE NUMÉRIQUE DE CARDIOLOGIE

Protocole médecins

Tests fonctionnels invasifs
dans les syndromes coronaires non obstructifs

Ce protocole est rédigé par l'équipe de l'École Numérique de Cardiologie. Il est partagé à titre informatif et ne peut se substituer aux validations locales propres à chaque établissement.



Auteurs

Dr Arthur SOUQUET, Hôpital Bichat, Paris

Relu par

Dr Fabien PICARD, Hôpital Cochin, Paris
Dr Vincent PHAM, Hôpital Cochin, Paris
Dr Frédéric Bouisset, CHU Toulouse

11/09/2026

Sommaire

I. Objectif
II. Définitions pratiques : ANOCA, INOCA, MINOCA
III. Séquence pratique en salle de cathétérisme
IV. Checklist pré-procédurale
V. Recherche de spasme coronaire (Méthylergométrine ou Acétylcholine)
VI. Évaluation de la microcirculation (thermodilution en bolus)
VII. Interprétation endotypique et compte rendu type
VIII. À ne pas faire - pièges

I. Objectif

Cet outil a pour objectif d'aider le cardiologue en salle de cathétérisme à réaliser, interpréter et intégrer les tests fonctionnels coronaires invasifs chez un patient présentant des coronaires non obstructives avec suspicion de vasospasme coronaire ou de dysfonction microvasculaire.

Il s'agit d'un mémo pratique complémentaire du protocole ENC « MINOCA/INOCA ». Il ne reprend pas l'ensemble de la démarche diagnostique générale, mais se concentre sur les aspects techniques utiles en salle : choix de la séquence, préparation du matériel, test de provocation du spasme, évaluation de la microcirculation, seuils d'interprétation et conclusion endotypique.

L'objectif final est de ne pas s'arrêter à la conclusion de « coronaires non obstructives », mais d'identifier un mécanisme fonctionnel pouvant guider la prise en charge : vasospasme épicardique, spasme microvasculaire, dysfonction microvasculaire structurelle ou fonctionnelle, ou forme mixte.

Retrouvez le protocole ENC "MINOCA/INOCA" :

II. Définitions pratiques : ANOCA, INOCA, MINOCA

Les syndromes coronaires non obstructifs regroupent plusieurs situations cliniques distinctes, qui doivent être différenciées avant l'exploration fonctionnelle invasive.

- **ANOCA (Angina with Non-Obstructive Coronary Arteries) :** angor ou symptômes angineux avec coronaires non obstructives.
- **INOCA (Ischaemia with Non-Obstructive Coronary Arteries) :** ischémie myocardique objectivée avec coronaires non obstructives.
- **MINOCA (Myocardial Injury with Non-Obstructive Coronary Arteries) :** selon la 5e définition universelle de l'infarctus du myocarde ESC/ACC/AHA/WHF 2026, il s'agit d'une lésion myocardique aiguë (troponine positive) avec coronaires non obstructives. C'est donc un diagnostic de travail. La démarche diagnostique vise ensuite à identifier le mécanisme en cause : déterminer si le patient relève in fine d'un infarctus du myocarde primaire (rupture/érosion de plaque non obstructive, dissection coronaire spontanée, embolie coronaire, ou spasme coronaire épicardique/microvasculaire) ou d'un diagnostic alternatif non ischémique non coronaire (myocardite, Tako-Tsubo ou embolie pulmonaire).

Dans ces situations, une coronarographie sans obstruction coronaire ne doit pas être assimilée à une coronarographie normale avant la réalisation d'une exploration complète. Dans l'ANOCA/INOCA, les principaux mécanismes à rechercher sont le vasospasme épicardique, le spasme microvasculaire et la dysfonction microvasculaire. En contexte de MINOCA, le spasme peut également être en cause, mais il doit être discuté avec les autres mécanismes coronaires aigus, notamment l'érosion ou la rupture de plaque, la dissection coronaire spontanée et l'embolie coronaire.

III. Séquence pratique en salle de cathétérisme

L'exploration fonctionnelle coronaire invasive doit être intégrée à la coronarographie diagnostique, après avoir confirmé l'absence de sténose épicardique obstructive évidente et après discussion du contexte clinique.

Dans l'ANOCA/INOCA, l'évaluation doit idéalement être complète, car plusieurs mécanismes peuvent coexister chez un même patient : vasospasme épicardique, spasme microvasculaire, dysfonction microvasculaire et atteinte épicardique fonctionnelle passée inaperçue. L'objectif n'est donc pas de choisir entre test de spasme et test de microcirculation, mais de réaliser les deux lorsque l'indication est retenue et que les conditions de sécurité sont réunies.

La séquence pratique proposée est la suivante :

1. **Coronarographie diagnostique initiale**, sans dérivés nitrés systématiques.
2. **Exclusion d'une sténose obstructive évidente** ou d'une lésion instable manifeste. En cas de MINOCA ou de lésion suspecte, discuter une imagerie intracoronaire selon le contexte.
3. **Test de provocation du spasme** par méthylergométrine/Méthergin® ou acétylcholine selon le protocole local, avec documentation clinique, ECG et angiographique de la réponse.
4. **Administration de dérivés nitrés intracoronaire** (ou sublingual) pour lever un éventuel spasme, confirmer sa réversibilité et prévenir une récidive précoce.
5. **Évaluation d'une éventuelle lésion intermédiaire** par FFR ou par un index de pression non hyperémique (NHPR).
6. **Évaluation de la microcirculation (ex : adénosine)**, avec mesure de la CFR et de l'IMR à l'aide d'un guide pression-température.
7. **Conclusion endotypique**, en intégrant l'ensemble des résultats : vasospasme épicardique, spasme microvasculaire, dysfonction microvasculaire structurelle ou fonctionnelle, lésion épicardique fonctionnelle, ou forme mixte.

IV. Checklist pré-procédurale

Avant de débuter les tests fonctionnels coronaires invasifs, vérifier systématiquement les éléments suivants :

- Indication : absence de coronaropathie épicardique fonctionnellement significative, ANOCA, INOCA ou MINOCA stabilisé selon le contexte ;
- Si test programmé : discuter l'arrêt temporaire des traitements vasodilatateurs ou antispastiques (inhibiteurs calciques et nitrés retard), pendant 24 à 48 h si l'état clinique le permet. Le test reste réalisable sous traitement, mais un résultat négatif doit alors être interprété avec prudence.
- Imagerie intracoronaire en cas de MINOCA, de lésion suspecte, de dissection coronaire spontanée ;
- Patient stable sur le plan hémodynamique et rythmique ;
- Monitoring ECG continu avec surveillance du segment ST ;
- Voie veineuse périphérique fonctionnelle de bon calibre ;
- Anticoagulation efficace selon le protocole local (indicatif : HNF 50 UI/kg ou bolus fixe 5000 UI IV/IA) ;
- Cocktail radial : noter l'administration éventuelle de vérapamil ou de dérivé nitré, à prendre en compte dans l'interprétation si test négatif.
- Dérivés nitrés intracoronaires disponibles immédiatement (indicatif : Ampoule 10 mg/10 mL, soit 1 mg/mL ; bolus IC souvent de l'ordre de 1 mg) ;
- Atropine disponible si bradycardie ou BAV (indicatif : 1 mg) ;

- Matériel de réanimation disponible en salle ;
- Accessibilité d'une stimulation temporaire en cas de test de la coronaire droite ;
- Absence de contre-indication au produit utilisé : acétylcholine, méthylergométrine ou adénosine ;
- Absence d'administration préalable de dérivés nitrés intracoronaires si un test de provocation du spasme est prévu en première intention.

V. Recherche de spasme coronaire (Méthylergométrine ou Acétylcholine)

Le test au Méthergin® (possible aussi avec de l'Acétylcholine mais actuellement hors AMM en France) recherche un vasospasme coronaire épicardique ou microvasculaire.

Déroulé pratique indicatif

→ Réaliser une coronarographie de référence, sans dérivés nitrés préalables si le test de spasme est prévu d'emblée.

En l'absence de sténose obstructive ou de lésion instable évidente, administrer l'agent de provocation selon le protocole local.

Méthylergométrine / Méthergin®

Deux modalités sont possibles selon les habitudes du centre :

- **Voie intraveineuse** : Méthergin® 0,4 mg en injection IV en bolus
- **Voie intracoronaire** : Méthylergométrine 100 µg en injection intracoronaire lente, généralement sur 3 minutes, dans l'artère testée, selon protocole local.

La voie intracoronaire permet de tester de façon sélective la coronaire gauche ou la coronaire droite, avec une surveillance rapprochée et la possibilité de lever immédiatement le spasme par dérivé nitré intracoronaire.

Acétylcholine

Dans les centres utilisant l'Acétylcholine, le test repose sur des doses intracoronaires croissantes selon le protocole local, en passant à la dose supérieure uniquement si le test n'est pas déjà positif à la dose précédente. Exemple indicatif :

- coronaire gauche : 100 µg puis 200 µg ;
- coronaire droite : 50 µg, éventuellement 80 µg en cas de test négatif ou douteux.

Après l'injection, surveiller en continu : douleur thoracique, modifications ECG, pression artérielle, rythme cardiaque, aspect angiographique coronaire.

Réaliser un contrôle angiographique à 3 minutes, plus tôt en cas de symptôme, de modification ECG ou d'instabilité, et répéter à 5 minutes en cas de doute ou selon protocole local.

En cas de spasme ou de mauvaise tolérance, administrer immédiatement un dérivé nitré intracoronaire.

Réaliser une angiographie de contrôle après nitrés afin de documenter la réversibilité du spasme.

En fin de test, administrer un dérivé nitré intracoronaire selon le protocole local, même en l'absence de spasme documenté. Appliquer ensuite un patch nitré, par exemple Trinitrine 5 à 10 mg/24 h selon la pression artérielle et la tolérance, à maintenir 12 à 24 heures selon le protocole local.

Cette mesure vise à prévenir une récidive précoce du spasme après disparition de l'effet du bolus nitré intracoronaire, la Méthylergométrine ayant un effet vasoconstricteur potentiellement plus prolongé que celui du dérivé nitré injecté en salle. Vérifier la pression artérielle et l'absence de contre-indication avant la sortie de salle.

Interprétation

Résultat	Interprétation
Douleur habituelle + modifications ECG ischémiques + constriction épicardique ≥ 90 %	Vasospasme épicardique
Douleur habituelle + modifications ECG ischémiques sans spasme épicardique	Spasme microvasculaire
Constriction isolée sans douleur ni modification ECG	Réponse angiographique isolée, à interpréter avec prudence
Douleur isolée sans modification ECG ni spasme	Test non diagnostique
Absence de douleur, d'anomalie ECG et de spasme	Test négatif

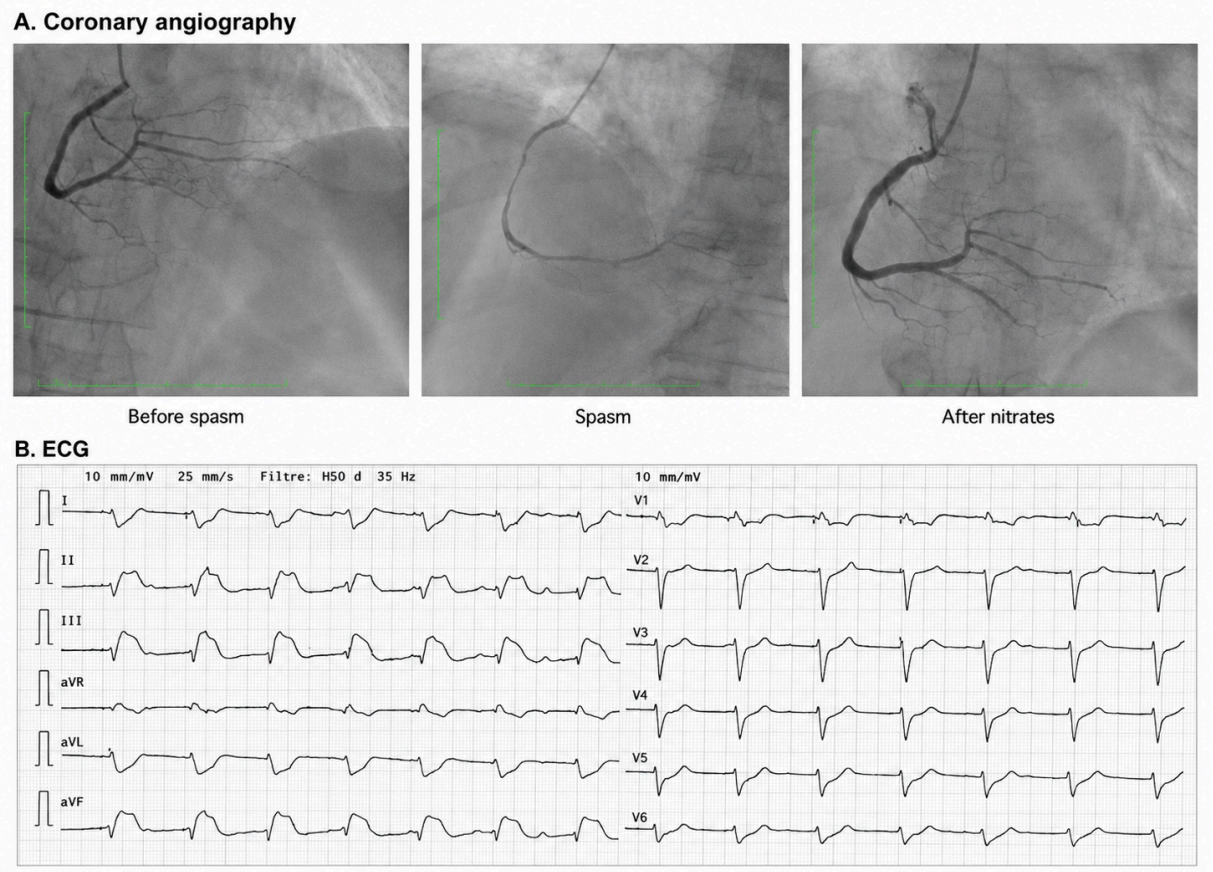


Figure 1 : Test de provocation du vasospasme coronaire montrant un spasme épicardique réversible de la coronaire droite, avec modification ECG ischémique concomitante et restauration du calibre coronaire après administration de dérivés nitrés.

VI. Évaluation de la microcirculation (thermodilution en bolus)

La thermodilution en bolus évalue la réserve coronaire et les résistances microvasculaires. Elle ne recherche pas un spasme coronaire.

D'autres techniques invasives, telles que la thermodilution continue ou le Doppler coronaire, permettent également d'évaluer la fonction microcirculatoire. Dans cet outil, nous décrivons la thermodilution en bolus, qui est actuellement la technique la plus utilisée en pratique clinique.

Matériel nécessaire

- Console de physiologie coronaire avec logiciel dédié ;
- Guide pression-température 0,014'' ;
- Cathéter guide, idéalement 6 Fr ;
- Seringue dédiée de 3-5 mL ;
- Sérum physiologique à température ambiante ;

- Adénosine IV (ou autre agent hyperémiant) avec pousse-seringue ou pompe de perfusion adaptée ;
- Dérivé nitré intracoronaire disponible (type Risordan).

Déroulé pratique indicatif

1. Après injection de dérivés nitrés intracoronaires, égaliser les pressions à l'extrémité du cathéter guide, faire le zéro de température.
2. Positionner le capteur (guide 0,014'') dans le tiers distal de l'artère étudiée, le plus souvent l'IVA.
3. Enregistrer les indices de repos : Pd/Pa (voire RFR ou iFR selon le système utilisé).
4. Réaliser les mesures de thermodilution au repos par bolus rapides de 3 mL de sérum physiologique à température ambiante, répétés jusqu'à obtention de mesures reproductibles.
5. Induire une hyperémie maximale par exemple par adénosine IV, généralement à 140 µg/kg/min. Une augmentation jusqu'à 210 µg/kg/min peut être discutée si l'hyperémie est insuffisante.
6. Sous hyperémie stable, enregistrer la FFR si nécessaire, puis répéter les bolus de 3 mL de sérum physiologique pour mesurer la CFR et l'IMR.
7. En fin de mesure, retirer le capteur à l'extrémité du cathéter guide pour vérifier l'absence de dérive du signal.

À quoi correspondent les paramètres ?

Paramètre	Calcul simplifié	Signification	Seuil pathologique usuel
FFR	Pd/Pa sous hyperémie	Retentissement fonctionnel d'une sténose épicardique	≤ 0,80
CFR	Tmn repos / Tmn hyperémie	Capacité d'augmentation du débit coronaire	< 2,5
IMR	Pd hyperémie × Tmn hyperémie	Estimation non absolue de la résistance microvasculaire	≥ 25

Pa = pression aortique / Pd = pression coronaire distale / Tmn = temps moyen de transit du bolus de sérum physiologique.

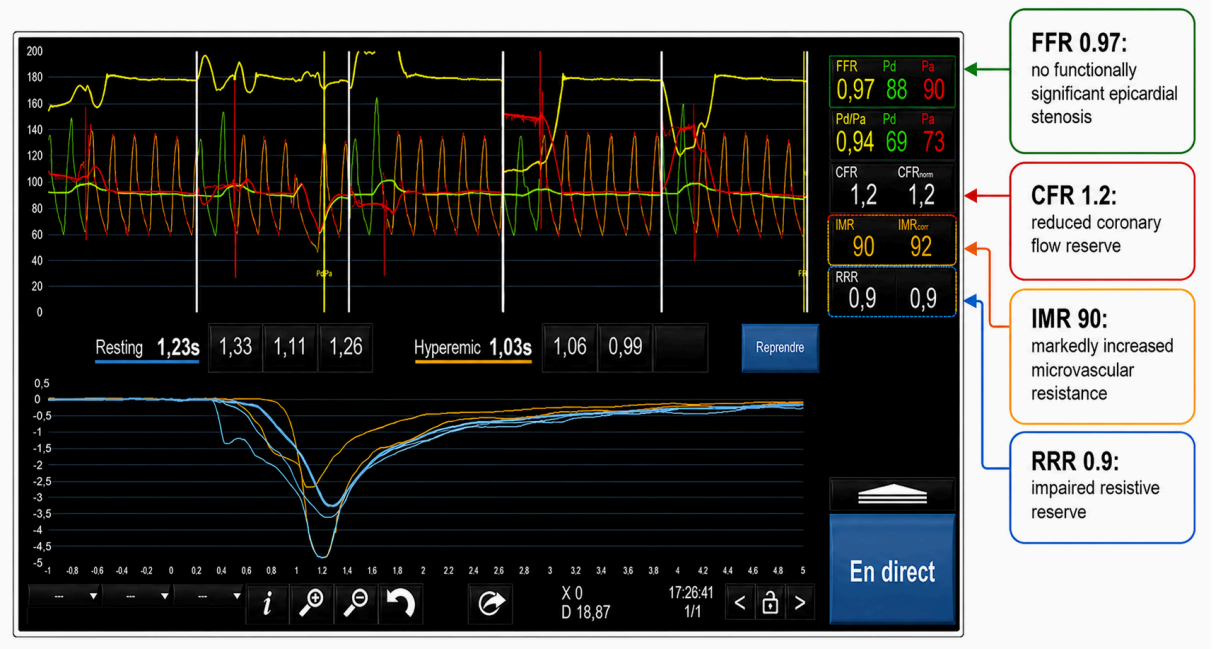


Figure 2 : Test invasif de la microcirculation coronaire positif, associant l'absence de sténose épicardique fonctionnellement significative (FFR 0,97) à une réserve coronaire diminuée (CFR 1,2), une résistance microvasculaire élevée (IMR 90).

VII. Interprétation endotypique et compte rendu type

L'exploration doit aboutir à une conclusion mécanistique claire, afin d'éviter un compte rendu limité à « coronaires non obstructives ».

Résultat principal	Endotype retenu
Douleur habituelle + modifications ECG ischémiques + constriction épicardique ≥ 90 %	Vasospasme épicardique
Douleur habituelle + modifications ECG ischémiques sans constriction épicardique ≥ 90 %	Spasme microvasculaire probable
CFR basse + IMR élevé	Dysfonction microvasculaire plutôt structurelle
CFR basse + IMR normal	Dysfonction microvasculaire fonctionnelle
Plusieurs anomalies associées	Forme mixte

À noter : la dysfonction endothéliale n'est pas évaluée par le Méthergin®. Elle nécessite un protocole spécifique à l'acétylcholine à faibles doses et peut se

manifester par une vasoconstriction paradoxale, sans remplir les critères de spasme.

Le compte rendu doit préciser :

- le contexte clinique : ANOCA, INOCA ou MINOCA stabilisé ;
- le produit de provocation utilisé : Méthergin® ou Acétylcholine ;
- la présence ou non de douleur reproduite ;
- les modifications ECG observées ;
- l'existence ou non d'un spasme épicardique et sa réversibilité après dérivés nitrés ;
- les valeurs physiologiques mesurées : FFR si réalisée, CFR, IMR ;
- l'endotype final proposé.

VIII. ⚠️ A ne pas faire - pièges

- **Ne pas injecter de dérivés nitrés intracoronaires avant un test de spasme** si la suspicion clinique est forte, sauf nécessité clinique immédiate.
- **Ne pas confondre les tests :** Méthergin® ou Acétylcholine = vasoréactivité/spasme ; Thermodilution en bolus = hyperémie.
- **Ne pas interpréter une CFR basse isolément.** L'interprétation doit tenir compte de l'IMR, de l'hémodynamique, de la fréquence cardiaque et du contexte clinique.
- **Ne pas conclure à une dysfonction microvasculaire sans avoir évalué une lésion intermédiaire.**
- **Ne pas réaliser de test de provocation en contexte instable** ou sans environnement sécurisé.
- **En contexte MINOCA, ne pas attribuer trop vite l'événement au spasme.** Discuter selon le contexte une plaque instable non obstructive, une dissection coronaire spontanée, une embolie coronaire, une myocardite ou un Tako-Tsubo.
- **Ne pas exclure formellement un spasme devant un test négatif réalisé sous traitement vasodilatateur ou antispastique** : inhibiteur calcique, nitré retard, prise récente de trinitrine.
- **Ne plus utiliser la terminologie « Type 1-5 » dans le compte rendu** : préférer la classification IDM primaire / secondaire / lié à une procédure (5e définition universelle, ESC/ACC/AHA/WHF 2026).

Sources

1. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. Eur Heart J. 2024.
2. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. Eur Heart J. 2023.
3. Kunadian V, Chieffo A, Camici PG, Berry C, Escaned J, et al. EAPCI expert consensus document on ischaemia with non-obstructive coronary arteries. Eur Heart J. 2020.
4. Hokimoto S, Kaikita K, Yasuda S, Tsujita K, et al. JCS/CVIT/JCC focused update on diagnosis and treatment of vasospastic angina and coronary microvascular dysfunction. Circ J. 2023.
5. Namba HF, Boerhout CKM, Damman P, Kunadian V, et al. Invasive coronary function testing in clinical practice: implementing the 2024 ESC guidelines. Int J Cardiol. 2025.
6. Beltrame JF, Crea F, Kaski JC, Ogawa H, Ong P, Sechtem U, et al. International standardization of diagnostic criteria for vasospastic angina. Eur Heart J. 2017.
7. Ong P, Camici PG, Beltrame JF, Crea F, Shimokawa H, Sechtem U, et al. International standardization of diagnostic criteria for microvascular angina. Int J Cardiol. 2018.
8. Picard F, Adjedj J, Collet JP, Van Belle E, Monsegu J, Karsenty B, et al. Pharmacological coronary spasm provocative testing in clinical practice: A French Coronary Atheroma and Interventional Cardiology Group (GACI) position paper. *Arch Cardiovasc Dis.* 2023.
9. Pham V, El Bèze N, Jegou A, Anconina J, Picard F, Dambrin G. Performance of intracoronary and intravenous ergonovine for diagnostic of vasospastic angina: a retrospective analysis using propensity matching. *Coron Artery Dis.* 2023.
10. Mills NL, Newby LK, Zaman S, et al. Fifth Universal Definition of Myocardial Infarction (2026). Eur Heart J. 2026 ; JACC. 2026.

Mots-clés

Coronarographie, MINOCA, test de provocation endovasculaire, vasospasme, dysfonction microcirculatoire.