

■ Revues générales

Vers de nouvelles recommandations de la Société Française de Cardiologie sur les tests d'effort

RÉSUMÉ : Ces nouvelles recommandations sont beaucoup plus précises que celles de 1997, elles vont permettre de préciser la part diagnostique et pronostique dans l'insuffisance coronarienne, mais aussi l'évaluation du pronostic dans beaucoup d'autres pathologies, surtout grâce à l'utilisation de la mesure des gaz expirés.



D.-M. MARCADET
Clinique Turin, PARIS.

Le GERS (Groupe Exercice Réadaptation Sport de la Société Française de Cardiologie) a jugé nécessaire d'effectuer une mise à jour des recommandations concernant la pratique des tests d'effort en cardiologie (les précédentes dataient de 1997 [1]). Ce document présente deux parties : la première concerne les modalités de réalisation (les conditions de sécurité, le local, le matériel et le personnel) et d'interprétation de l'examen et la seconde les indications diagnostiques et pronostiques dans l'insuffisance coronarienne, mais aussi dans les autres cardiopathies.

■ Modalités

Elles fixent le cadre pour diminuer au maximum le risque de survenue d'une complication grave lors d'une épreuve d'effort (EE). Même si ce risque est exceptionnel, il n'est pas nul. La réalisation d'une EE, quelle que soit son indication, impose donc toujours des conditions techniques et de sécurité optimales.

>>> Si la structure d'accueil ne dispose pas d'une unité de soins intensifs de cardiologie (USIC), il faudra créer une salle d'urgence spécifique. Elle devra être

équipée du matériel nécessaire à une réanimation cardiaque (scope, défibrillateur, chariot d'urgence, matériel d'intubation et de ventilation) dans l'attente d'un transfert éventuel du patient. Il faudra aussi établir **une convention avec un autre établissement de santé** possédant une USIC.

>>> La salle d'examen doit être suffisamment grande pour permettre une circulation aisée autour du patient. Elle doit disposer d'un téléphone, d'une source d'oxygène, d'un système d'aspiration des mucosités prêt à l'emploi et d'un chariot d'urgence avec défibrillateur.

>>> Le matériel d'épreuve d'effort (tapis roulant, bicyclette ergométrique) doit être régulièrement étalonné. Le matériel médical de surveillance des EE doit être conforme aux normes en vigueur et comporter **un appareillage d'électrocardiographie (ECG) d'effort** permettant d'enregistrer 12 dérivations, dont au moins 3 de manière simultanée. Ce système doit permettre un monitoring visuel permanent de l'ECG pendant l'effort et la récupération. Les tracés ECG enregistrés doivent être de bonne qualité, stables et sans artéfact. On devra disposer d'un matériel adapté pour une

I Revues générales

mesure régulière de la pression artérielle. La présence d'un appareil d'analyse des échanges gazeux ou d'échocardiographie est facultative.

>>> L'EE cardiologique doit être menée sous la responsabilité d'un cardiologue familiarisé avec cet examen. Il est, en particulier, garant de la sécurité du patient. **Ce cardiologue doit obligatoirement être assisté d'un collaborateur** (médecin, infirmière, technicien de laboratoire) pendant la réalisation du test. Ce collaborateur doit être particulièrement formé à la pratique de l'examen, mais aussi aux gestes d'urgence.

>>> Enfin, le cardiologue et le personnel doivent suivre régulièrement des mises à niveau pour l'actualisation des connaissances et la maîtrise des gestes d'urgence.

>>> La préparation du sujet et l'obtention du consentement sont indispensables. Le choix de l'ergomètre, vélo ou tapis roulant, le choix du protocole d'exercice sont aussi importants pour l'interprétation de l'examen, car la capacité physique, élément clé du pronostic, peut être largement modifiée par un protocole non adapté. Il faut adapter le protocole au patient et non l'inverse.

>>> Le sujet doit réaliser un exercice dynamique progressif et maximal ou limité par des symptômes, selon un mode triangulaire, avec des paliers de durée constante (1 à 3 minutes) et d'intensité croissante. Un choix large de protocoles d'effort, basé sur une augmentation régulière de la charge de 1 à 3 METS (1 MET = 3,5 mL O₂/min/kg). Un incrément trop important de la charge ou des paliers trop longs peuvent respectivement surestimer ou sous-estimer la capacité physique. Des protocoles en "rampe", avec augmentation continue de la charge après une période d'échauffement, sont recommandés, en particulier pour la mesure des gaz expirés (VO₂) [2, 3]. L'individualisation de la rampe est simple à réaliser à partir de la puissance

maximale théorique du sujet et de la durée d'effort attendue.

>>> Les critères d'arrêt de l'effort sont l'épuisement du sujet, l'observation de symptômes (cliniques, électrocardiographiques, tensionnels) ou l'apparition de complications. L'atteinte isolée de la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT) n'est pas le seul critère d'arrêt d'une EE. Lors d'une VO₂, l'effort sera considéré comme maximal si la valeur du quotient respiratoire (rapport VCO₂/VO₂) est ≥ 1,1.

>>> Les indications sont doubles. La première reste le diagnostic et l'évaluation de l'insuffisance coronarienne. La seconde concerne l'évaluation du pronostic, non seulement des cardiopathies ischémiques, mais aussi de la plupart des autres cardiopathies et ouvre donc le champ à des pathologies qui jusque-là étaient des contre-indications [4]. La mesure des gaz expirés est vivement conseillée ici. Les paramètres issus de la consommation d'oxygène (VO₂) et de la production de gaz carbonique (VCO₂) sont d'excellents facteurs pronostiques.

■ Interprétation diagnostique

L'interprétation de l'EE en cardiologie doit être multivariée pour proposer un pronostic du risque individuel. Les modifications de la repolarisation dans l'insuffisance coronarienne sont toujours au premier plan – sus ou sous-décalage de ST de plus de 1 mm – en intégrant l'index ST/FC pour plus de précision diagnostique. Les modifications des QRS sont précisées, essentiellement élargissement et déviations axiales. L'interprétation doit être bayésienne, c'est-à-dire qu'elle doit tenir compte de la probabilité de lésions coronaires en pré-test. Cette probabilité est évaluée à partir de tables établies à partir de l'âge, du sexe, du type de douleur thoracique (non angineuse, atypique ou typique). Elle est précisée en fonction de l'existence de facteurs de risque. Les résultats

de l'examen donnent donc une probabilité post-test en faveur de l'existence de lésions coronaires. On ne doit donc plus dire qu'un test est positif, négatif ou litigieux, mais répondre par une probabilité de lésions coronaires faible, intermédiaire ou forte. L'utilisation de scores pour évaluer cette probabilité est très pratique et permet d'avoir une conduite à tenir claire après la réalisation de l'examen pour proposer un examen complémentaire comme un test d'imagerie ou directement une coronarographie [5].

L'étude de la fréquence cardiaque (FC) à l'effort est un élément nouveau à prendre en compte.

L'insuffisance chronotrope est une accélération insuffisante de la FC pour le niveau d'effort réalisé. Il existe une insuffisance chronotrope lorsque la FC maximale atteinte est inférieure à 85 % de la FMT, ou inférieure à 80 % de la réserve chronotrope représentée par la formule suivante : FMT – FC repos. On ne parlera d'insuffisance chronotrope que si l'effort est considéré comme maximal sur les autres critères : puissance théorique atteinte, hyperventilation, QR > 1,1, épuisement musculaire. Bien entendu, les traitements, notamment bêtabloquants, seront pris en compte.

La fréquence cardiaque de récupération est un autre élément indépendant à prendre en considération. Une récupération lente de la FC est un facteur de mauvais pronostic [6, 7].

■ Évaluation du pronostic

À côté du diagnostic de l'insuffisance coronarienne, l'évaluation pronostique a pris une place de plus en plus importante. Elle reste un élément clé pour la prise de décision dans beaucoup de cardiopathies. La capacité fonctionnelle individuelle est reconnue comme le meilleur marqueur actuel d'espérance de vie, indépendamment de l'âge, du sexe, de l'origine ethnique et des patho-

logies associées [8]. Elle correspond à la puissance aérobie maximale qu'un sujet peut développer. Lors d'une EE, elle peut être exprimée soit par la puissance développée en watts, soit par le double produit (PA systolique maximale $\times$ FC maximale), ou par la durée de l'exercice, soit enfin – et c'est ce qui est recommandé – en METS. Lors d'une VO_2 , elle est évaluée par la VO_2 max exprimée en L/min, ou en METS (mL/min/kg). Elle est exprimée en valeur relative par rapport à la valeur théorique déterminée à partir de l'âge, du sexe, de la taille et parfois de l'activité physique pratiquée. La capacité fonctionnelle d'un patient permet de chiffrer un éventuel déficit par rapport à un sujet apparié sain de même niveau d'entraînement [9].

Il faut intégrer dans les conclusions de l'examen le profil d'élévation de la pression artérielle à côté de l'évolution de la fréquence cardiaque. Le premier était déjà évoqué dans les recommandations de 1997, la non-élévation, voire la chute de la pression artérielle à l'effort, signe la sévérité de la cardiopathie [1, 6]. Cette évaluation est basée sur la capacité fonctionnelle idéalement évaluée par un test VO_2 . Les paramètres principaux sont le pic de VO_2 , la pente VE/VCO_2 , la PET CO_2 et l'étude de la cinétique de l' O_2 en récupération. Le pronostic sera encore plus précis si les données de la VO_2 sont associées aux paramètres déjà cités plus haut de la fréquence cardiaque, au profil tensionnel et à l'existence de complications (troubles du rythme ou de la conduction) [10].

■ Nouvelles indications

>>> Dans l'évaluation des troubles du rythme et de la conduction, l'EE permet de préciser les circonstances de déclenchement et la sévérité du trouble : extrasystoles ventriculaires fréquentes, polymorphes, polyphasiques, précoces survenant à l'effort et en récupération immédiate. Les arythmies supraventriculaires déclenchées par l'effort ou en

récupération immédiate seront aussi notées. On l'utilise aussi pour le réglage des stimulateurs, des défibrillateurs implantés et la resynchronisation [11].

>>> Parmi les nouvelles indications, en dehors de la maladie coronaire, l'**insuffisance cardiaque** tient la première place. Les critères de sévérité sont parfaitement identifiés. L'examen n'est réalisé que lorsque l'insuffisance cardiaque est stabilisée. On utilisera une mesure directe de la VO_2 plutôt qu'une estimation des METS par un ECG d'effort simple. Le protocole doit absolument être adapté au patient en choisissant un incrément de 1 MET par minute. Les principaux paramètres sont le pic de VO_2 , la VO_2 au seuil, la pente VE/VCO_2 (pathologique si > 34), la PET CO_2 (anormale si < 33 mmHg). D'autres paramètres ont démontré leur valeur pronostique : la puissance circulatoire ($PAS \times \text{pic } VO_2$), la puissance ventilatoire ($PAS \times \text{pente } VE/VCO_2$), l'existence d'oscillations, la cinétique de la VO_2 en récupération, l'insuffisance chronotrope et une fréquence de récupération trop élevée [10].

>>> Autres indications, les **pathologies valvulaires** dès qu'il existe une discordance entre les résultats de l'échographie et de l'examen clinique. L'intérêt du test d'effort est de rechercher une indication opératoire sur la tolérance à l'effort, de dépister des symptômes ou des complications (trouble du rythme de la conduc-

tion ou de la repolarisation), et d'évaluer les valeurs du pic de VO_2 et de la pente VE/VCO_2 [12]. Le profil tensionnel est intéressant en cas d'obstacle à l'éjection du ventricule gauche.

>>> Dans la **cardiomyopathie hypertrophique**, auparavant contre-indication à l'ECG d'effort, le test est indiqué pour aider à la décision d'une alcoolisation septale, d'une myomectomie ou d'une greffe cardiaque. Le test peut être pratiqué sans diminuer la sécurité du patient. Dans cette indication, l'évolution de la pression artérielle à l'effort et l'apparition de troubles du rythme sont importants à considérer à côté des données de la mesure des gaz expirés [13].

>>> Dans l'**hypertension artérielle pulmonaire (HTAP)**, elle aussi auparavant contre-indiquée, l'étude de VE/VCO_2 est particulièrement intéressante. Une élévation brutale traduit habituellement l'existence d'un *shunt* droit-gauche. La pente VE/VCO_2 est élevée lorsque l'HTAP est sévère alors que le pic de VO_2 diminue [14]. Les autres recommandations précisent la place de l'ECG d'effort dans différentes populations ou dans différentes situations en mentionnant à chaque fois sa valeur diagnostique et pronostique.

>>> Chez les **sujets asymptomatiques ou dans le cadre de professions particulières**, chez les pilotes d'avion par exemple, le sportif, la femme et le sujet

POINTS FORTS

- Présence de soins intensifs ou d'une salle d'urgence dédiée avec convention avec un autre établissement disposant d'une USIC (unité de soins intensifs cardiologiques).
- Le cardiologue doit être assisté par une autre personne (infirmière, médecin ou technicien de laboratoire).
- L'ensemble du personnel doit être formé à la technique et aux gestes d'urgence. Il doit mettre ses connaissances régulièrement à jour.

I Revues générales

âgé, l'EE présente quelques particularités d'indication ou d'interprétation.

>>> Chez l'enfant, chez lequel la VO₂ prend là encore une place importante pour l'évaluation des cardiopathies congénitales et l'appréciation des résultats de la cure chirurgicale [15].

>>> Les indications de l'EE sont précisées chez le diabétique, dans l'artérite des membres inférieurs et dans l'hypertension artérielle, chez les patients auxquels une réadaptation cardiaque est prescrite ou dans le cadre de la reprise du sport chez l'adulte.

Ces nouvelles recommandations, qui seront publiées prochainement, diffèrent considérablement de celles de 1997. Elles précisent la place de cet examen dans l'arsenal des examens complémentaires mis à la disposition des cardiologues. Une meilleure valeur diagnostique dans l'insuffisance coronarienne, une grande valeur pronostique, quelle que soit la pathologie sous-jacente, a étendu ses indications pratiquement à l'ensemble des maladies cardiovasculaires.

BIBLIOGRAPHIE

- Guidelines of the French Society of Cardiology for exercise testing of adults in cardiology. *Arch Mal Coeur Vaiss*, 1997;90:77-91.
- BALADY GJ, ARENA R, SIETSEMA K *et al.* Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2010;122:191-225.
- WASSERMAN K, HANSEN JE, STRINGER WW *et al.* Principles of exercise testing and interpretation. Fifth. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins: 2005.
- ROSS R, BLAIR SN, ARENA R *et al.* Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 2016;134:e653-699.
- ASHLEY E, MYERS J, FROELICHER V. Exercise testing scores as an example of better decisions through science. *Med Sci Sports Exerc*, 2002;34:1391-1398.
- BRUBAKER PH, KITZMAN DW. Chronotropic incompetence: causes, consequences, and management. *Circulation*, 2011;123:1010-1020.
- KOKKINOS P, MYERS J, DOUMAS M *et al.* Heart rate recovery, exercise capacity, and mortality risk in male veterans. *Eur J Prev Cardiol*, 2012;19:177-184.
- ROSS R, BLAIR SN, ARENA R *et al.* Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 2016;134:e653-699.
- WASSERMAN K, HANSEN J, SUE DY *et al.* Wasserman K HJ, Sue DY *et al* (eds). Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. ed 4 ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2005.
- GUAZZI M, ARENA R, HALLE M *et al.* 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation*, 2016;133:e694-711.
- PRIORI SG, BLOMSTRÖM-LUNDQVIST C, MAZZANTI A *et al.* [2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac Death. The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology. *G Ital Cardiol*, 2016;17:108-170.
- NISHIMURA RA, OTTO CM, BONOW RO *et al.* 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*, 2014;63:e57-185.
- SHARMA S, ELLIOTT P, WHYTE G *et al.* Utility of cardiopulmonary exercise in the assessment of clinical determinants of functional capacity in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*, 2000;86:162-168.
- GALIÈ N, HUMBERT M, VACHIER Y *et al.* 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*, 2016;37:67-119.
- KHAN AM, PARIDON SM, KIM YY. Cardiopulmonary exercise testing in adults with congenital heart disease. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2014;12:863-872.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.

Le nouveau portail de Performances Médicales

| www.performances-medicales.com |

The screenshot displays the homepage of the Performances Médicales website. At the top, the logo 'performances médicales' is on the left, and navigation links 'QUI SOMMES-NOUS', 'NOS REVUES', 'NOS ÉDITIONS SPÉCIALES', and 'NOS CONGRÈS' are on the right. A large banner features the article 'Médicaments qui peuvent causer ou exacerber une insuffisance cardiaque' by F. Delahaye, with a red bar indicating 'RÉALITÉS CARDIOLOGIQUES | RECOMMANDATIONS ACC/AHA'. Below this, the 'NOS REVUES' section presents a grid of eight journal covers, each with a title, issue number, and specialty (e.g., Cardologie, Pédiatrique, Ophtalmologie, Chirurgie Plastique, Gynécologie-Obstétrique, Pédermatologie, Pédermatologie, and Ophtalmologie). Each cover includes a 'réalités' logo and a QR code. Below each cover are two buttons: 'ACCÉDER AU SITE' and 'S'ABONNER À LA VERSION PAPIER'. The 'NOS CONGRÈS' section at the bottom features three logos: JIFRO (Journées Interactives de Formation de Réalités Ophtalmologiques), JIRD (Journées Interactives de Réalités Thérapeutiques en Dermatologie-Vénérologie), and JIRP (Journées Interactives de Réalités Pédiatriques). Each logo has a corresponding 'EN SAVOIR PLUS' button.

| Un accès à tous nos sites de spécialités à partir
d'une seule et même inscription. |

Chaque année, la **circulation sanguine** fait des milliers d'accidents : accidents vasculaires cérébraux, embolies artérielles et pulmonaires, thromboses veineuses...

Pour prévenir tous ces accidents, nous travaillons chaque jour au progrès des **anticoagulants**.

**Pour prévenir l'AVC,
faites circuler.**



Bristol-Myers Squibb

