

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**REPUBLIQUE DU MALI
UN peuple - Un But - Une Foi**

**UNIVERSITE DES SCIENCES DES
TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES
DE BAMAKO**



U.S.T.T-B

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

**FACULTE DE MEDECINE ET
D'ODONTO-STOMATOLOGIE**



N°

Mémoire

**BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU
CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI**

Présenté et soutenu le 06/04/ 2023 devant la
Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie.

Par : Dr Mahamadou Sékou DIAKITE
Pour obtenir le Diplôme d'Etude Spécialisé en Cardiologie

Jury

Président : Pr Ichaka MENTA

MEMBRE : Pr Mamadou DIAKITE

Co-directrice : Pr Coumba THIAM

Directeur : Pr Youssouf CAMARA

Remerciements

A Dieu le tout Puissant, le tout Miséricordieux, le très Miséricordieux

A nos chers maitres, enseignants et seniors :

Pr DIALLO Boubacar Abdoulaye	Pr SANGARE Ibrahim
Pr SANOGO Kassoum	Pr TOURE Mamadou
Pr DIARRA Mamadou	Pr SONFO Boubacar
Pr MENTA Ichaka	Pr DIAKITE Mamadou
Pr COULIUBALY Souleymane	Pr SAKO Mariam
Pr DIALL Ilo Bella	Pr SIDIBE Samba
Pr CAMARA Youssouf	Pr SIDIBE Noumou
Pr KONATE Massama	Dr SACKO Abdoul Karim
Pr THIAM Coumba	Dr DAFPE Sanoussi
Pr KEITA Asmaou	Dr FOFANA Daouda
Pr BAH Hamidou	Dr DIALLO Souleymane

Merci pour l'enseignement reçu.

A mon Président du jury : Pr MENTA Ichaka

À mon Directeur de mémoire : Pr CAMARA Youssouf

À mon Co-directrice : Pr THIAM Coumba ;

Au membre du jury : Pr DIAKITE Mamadou ;

Vos rigueurs scientifiques, vos qualités de pédagogue, vos amours pour le prochain, vos soucis de transmettre vos connaissances font qu'il est agréable d'apprendre à vos côtés. Trouvez ici mes chers Maîtres l'expression de notre reconnaissance et de notre profond remerciement.

Aux membres de notre famille, vos soutiens dont j'ai bénéficié tout au long de ce difficile parcours ont été d'un appui inestimable pour la réalisation de ce

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

travail. Que notre famille se maintienne et demeure unie plus qu'hier, puisse Dieu renforcer la solidarité au sein de nous. Que l'âme de nos défunts repose en paix. Amen !!!

A Mme **COULIBALY Kani SISSOKO**, merci pour votre soutien et votre conseil durant ces deux dernières années difficiles de notre vie. Je n'oublierai jamais vos larmes dans les locaux du pôle économique pour moi. Que Dieu vous donne longue vie et qu'il vous protège durant le reste de votre vie.

A Monsieur **MAIGA El Hadj Sory Ibrahim**, merci pour tous ceux que vous avez fait pour nous. Ce travail est le fruit de votre professionnalisme et de votre sens élevé du travail bien fait. Que Dieu vous donne longue vie et qu'il vous guide au cours de votre carrière professionnelle.

A la promotion 2018 – 2019 du DES cardiologie, merci pour vos soutiens et conseils.

À tout le personnel du CHU Gabriel TOURE, CHU « Mère Enfant » le Luxembourg, CHU Point G, CHU Bocar Sidi SALL de Kati, merci pour votre collaboration.

À tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

A ma maman chérie : Mme DIAKITE Oumou DIAKITE

Voilà l'exemple d'une mère modèle, une battante qui n'a jamais faibli devant une difficulté. Mère, tu as tout fait pour que tes enfants puissent garder leurs sourires de naissance. Je suis ce que tu as décidé que je sois avec mon père, de par mon éducation, mon savoir vivre et mon savoir être car je suis l'image de ma famille à travers le monde. Tu m'as donné l'arme la plus redoutable de ma vie "l'éducation" qui me permettra de me faire distinguer des autres. Je te prie chère mère de m'accompagner avec tes bénédictions qui n'ont jamais fait défaut. Ce travail est le fruit de tes efforts, de ton soutien tant bien moral que matériel, de ton amour.

Que le tout puissant te donne longue vie dans la santé et la paix, afin que tu puisses récolter les fruits de tes efforts.

A mon père : Sékou DIAKITE

Merci papa, merci de m'avoir calqué ton sérieux, ta rigueur, ton courage, ton respect de soi et l'amour des autres, sans lesquels ton fils ne serait pas là où il est aujourd'hui. C'est grâce à tes multiples sacrifices que je suis à ce niveau, ce travail est le fruit de tes efforts, de ton soutien tant bien moral que matériel, de ton amour. Je ne saurai jamais assez te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi. Que Dieu vous donne longue vie dans la santé et dans la prospérité.

A ma femme, Fatoumata SACKO et mes enfants (Aliou Badra et Mamourou)

Merci pour vos amours, certes vous m'avez toujours soutenu dans les moments les plus pénibles et me conseiller durant cette formation. C'est le lieu pour moi de vous demander pardon car je vous ai privé de beaucoup chose durant ces quatre années de formation. Que Dieu, le Tout Puissant et le Très miséricorde nous assiste et nous guide dans cette nouvelle de notre vie. *Amen !!!*

Sommaires

Abréviations	5 – 6
Listes des tableaux et figures	7 - 8
I. Introduction	9 – 10
II. Objectifs	11
III. Généralités	12 – 39
1. Définition	12
2. Intérêt	12
3. Histoire	13 – 14
4. Méthode d'interprétation	14 – 25
5. Indications des épreuves d'effort en cardiologie ...	25 – 33
6. Analyse de l'électrocardiogramme	33 – 39
IV. Méthodologie	40 – 42
V. Résultats	43 – 51
VI. Commentaires et discussion	52 – 55
Conclusion	56
Recommandations	57
Références bibliographiques	58 – 66
Résumé	67 – 68

Abréviations

EE : Epreuve d'effort

TDR : Trouble du rythme

TDC : Trouble de conduction

RAo : Rétrécissement aortique

CMH : Cardiomyopathie hypertrophique

HTA : Hypertension artérielle

MC : Maladie coronarienne

EEVO₂ : Epreuve d'effort cardio-respiratoire

VO₂ : Consommation d'oxygène

VCO₂ : Volume expiré du dioxyde de carbone

VE : Volume de gaz expiré

ICC : Insuffisance cardiaque chronique

PA : Pression artérielle

OUES : Oxygen Uptake Efficiency Slope

Dx : Douleur

MAP : Maladie artérielle périphérique

ECG : Electrocardiogramme

IPS : Index de pression systolique

SPO₂ : Saturation périphérique d'oxygène

FCM : Fréquence cardiaque maximale

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

FMT : Fréquence maximale théorique

MET : Equivalent metabolic of the task

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Tapis roulant et bicyclette ergométrique (tapis roulant du CHU Pt G et bicyclette ergométrique de la clinique TOUCAM)	8
Figure 2 : Probabilité pré-test de la maladie coronarienne	10
Figure 3 : Emplacement des électrodes au cours de l'EE en utilisant des dérivations périphériques (CM5, CC5, CS5) ou standard (12 dérivations) ...	18
Figure 4 : Répartition des patients en fonction du sexe	35
Figure 5 : Répartition des patients en fonctions des charges atteintes	39
Tableau 1 : Protocole de Bruce	12
Tableau 2 : Protocole de Balke	13
Tableau 3 : Protocole de STEEP	13
Tableau 4 : Critère d'arrêt de l'EE	15
Tableau 5 : Critère en faveur d'effort maximal, modifié	15
Tableau 6 : Probabilité pré-test de la maladie coronarienne modifié.....	18
Tableau 7 : Modification de la repolarisation en faveur d'une ischémie myocardique	25
Tableau 8 : Facteur modifiant l'interprétation de la repolarisation	27
Tableau 9 : Score de probabilité de coronaropathie modifié	29
Tableau 10 : Interprétation des principales variables du test d'effort cardiorespiratoire modifié	31
Tableau 11 : Répartition des patients en fonction de la tranche d'âge	35
Tableau 12 : Répartition des patients en fonction des antécédents	36

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 13 : Répartition des patients en fonction des traitements en cours ..	36
Tableau 14 : Répartition des patients en fonction des indications de l'EE	37
Tableau 15 : Répartition des patients en fonction de la FC de repos	37
Tableau 16 : Répartition des patients en fonction de la PAS de repos	38
Tableau 17 : Répartition des patients en fonction de la PAS à l'effort	38
Tableau 18 : Répartition des patients en fonction des signes électriques de repos	38
Tableau 19 : Répartition des patients en fonction de la FMT à l'effort	39
Tableau 20 : Répartition des patients en fonction de la PAS maximale à l'effort	40
Tableau 21 : Répartition des patients en fonction de la PAD maximale à l'effort	40
Tableau 22 : Répartition des patients en fonction du pourcentage de la FMT	41
Tableau 23 : Répartition des patients en fonction des signes électriques à l'EE	41
Tableau 24 : Répartition des patients en fonction de la durée des EE	41
Tableau 25 : Répartition des patients en fonction des critères d'arrêt de l'EE.	42
Tableau 26 : Répartition des patients en fonction du temps de récupération	42
Tableau 27 : Répartition des patients en fonction des résultats de l'EE	42
Tableau 28 : Relation entre les résultats et l'indication	43

I. Introduction

L'épreuve d'effort (EE) est l'enregistrement de l'activité électrique du cœur au cours d'un effort physique (sur tapis roulant ou sur bicyclette ergométrique) [1]. Il s'agit d'une exploration cardio-vasculaire non invasive de choix du cœur peu connue, même au sein des praticiens. Malgré son importance en cardiologie pour le diagnostic de l'ischémie myocardique, pour l'évaluation clinique des autres cardiopathies et de la capacité fonctionnelle d'un individu en général (sportif). Cette évaluation est plus objective que l'interrogatoire, aussi minutieux soit-il, (permettant aux médecins de classer le malade : classification NYHA, Canadienne, échelle d'activité spécifique, questionnaire de qualité de vie) ou le test de marche de 6 minutes.

L'épreuve d'effort peut être couplée à la mesure des échanges gazeux, elle est alors dite cardiorespiratoire (EEVO₂) ou test cardiorespiratoire. Celle-ci est basée sur l'analyse de la mesure des gaz expirés qui permet de préciser la capacité fonctionnelle individuelle (évaluation de la performance globale) et d'estimer le pronostic des cardiopathies [2]. Elle peut également être couplée à la scintigraphie myocardique, afin d'améliorer la performance de cette dernière, dans le diagnostic et le suivi des insuffisances coronaires [3].

Il s'agit d'un examen moins coûteux et de réalisation plus facile par rapport à la coronarographie, invasive et encore peu accessible dans notre contexte de pays à ressources limitées. Malgré ces avantages, nous assistons une régression de sa pratique au profit de la coronarographie et dans certains cas de l'échographie de stress dans les pays développés.

En Afrique, elle est réalisée depuis plusieurs années dans la région subsaharienne. Ainsi :

- Au Sénégal, dans une étude évaluant l'apport des explorations non invasives dans l'angor stable, sur 106 patients présentant une précordialgie 40 avaient

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

réalisés une épreuve d'effort avec 27 cas (67,50 %) de positivité. Parmi ces cas positifs 20 patients avaient pu bénéficier d'une coronarographie dont 9 cas (45%) présentaient une lésion coronaire significative, d'où une sensibilité de 45% [4].

- Au Burkina Faso, dans le cadre de l'apport de l'épreuve d'effort dans la prise en charge des cardiopathies ischémiques 60 patients ayant bénéficié de cette exploration. Chez 10 % de ces patients l'épreuve d'effort était positive et litigieuse chez 10 % autres [5].

Dans notre pays, contrairement autres pays de la sous-région, cette exploration n'est que de réalisation récente d'où la nécessité de son évaluation en termes d'indications et d'apport diagnostiques.

II. Objectifs

➤ **Objectif général :**

- ✓ Faire le bilan de la pratique de l'épreuve d'effort au cabinet médical « TOUCAM » de Kati.

➤ **Objectifs spécifiques :**

- ✓ Déterminer le profil socio-démographique des patients ;
- ✓ Identifier les indications de l'épreuve d'effort ;
- ✓ Décrire les modalités de sa réalisation ;
- ✓ Décrire son apport diagnostique.

III. Généralités

1. Définition :

Le test d'effort cardio-pulmonaire encore appelé test d'effort avec ou sans mesures des échanges gazeux ou épreuve d'effort métabolique (EFX) permet d'évaluer la capacité fonctionnelle d'un individu en général et d'un patient en particulier [2].

2. Intérêts [1] :

Ses intérêts sont multiples et varient en fonction des indications. Elles sont :

- L'EE permet d'évaluer la capacité fonctionnelle d'un individu en général et d'un patient en particulier.
- Chez les sportifs, elle permet d'établir des programmes d'entraînement adaptés à chacun et de suivre les progrès de celui-ci par l'amélioration de la VO_2 max (souvent modeste) mais surtout par l'augmentation du seuil ventilatoire pour une même performance.
- Elle tient une place essentielle dans l'évaluation diagnostique et pronostique de la maladie coronaire.
- Elle permet de détecter des anomalies de réglage de la stimulation cardiaque, voire de dysfonctionnement.
- Elle est intéressante dans les cardiopathies congénitales du grand enfant, de l'adolescent ou de l'adulte. Elle est intéressante pour objectiver l'insuffisance circulatoire, quantifier exactement la gêne fonctionnelle et suivre l'évolution après chirurgie.
- L'EE a longtemps été une contre-indication dans l'hypertension artérielle pulmonaire primitive avec un risque de syncope parfois mortel ; à l'heure actuelle, ce test est de plus en plus souvent réalisé dans les services spécialisés et il a une valeur pronostique maintenant essentielle qui tend à dépasser celle du test de marche.

3. Historique [6] :

- ✓ En **1908**, Einthoven publie le premier ECG référencé juste après l'effort, montrant un sous décalage du segment ST. Cette date est considérée comme le point de départ de « l'épreuve d'effort ».
- ✓ En **1929**, la publication d'un protocole d'effort revient à Master et son but est d'apprécier la capacité physique d'un sujet lors de la montée répétitive de marches de 22,9 cm. L'ECG et la repolarisation sont loin de ses préoccupations.
- ✓ Entre **1930 et 1950** :

Les cardiologues continuent à documenter et à enrichir le lien entre effort et modifications de la repolarisation, et l'on doit à **Goldhammer** et **Scherf** la première validation quantifiée de cette comparaison : la fréquence d'une positivité électrique à l'effort est d'environ 75% chez les angineux, soit à peu près notre sensibilité actuelle ! Peu de temps après, la dérivation CM5 est décrite comme la plus sensible. **Missal** reprend le test de Master et l'applique au diagnostic des douleurs angineuses. L'ECG doit être enregistré le plus tôt possible après l'arrêt de l'effort. Il faut attendre **Riseman**, en **1940**, pour un enregistrement continu de l'ECG au cours du test de **Master**.

Logique et légitime, ce même Master, associé à Jaffe, confirme l'intérêt du mariage effort et ECG : les ingrédients de l'épreuve d'effort sont réunis pour le diagnostic de l'ischémie, et les 15 années suivantes permettront au concept de s'affiner progressivement.

- ✓ En **1950**, **Wood**, à **Londres**
 - Le niveau d'effort doit être personnalisé ;
 - Chez les coronariens une fréquence cardiaque de plus de 90 bpm (sic !) permet d'augmenter le nombre de test positif ;

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

- Monter 84 marches, quasiment une épreuve maximale, permet d'atteindre une fiabilité de l'ordre de 90% contre 39% pour le test Master
- ✓ **Yu** associé à **Soffert**, publie en **1952**, les critères de positivité suivants (ECG enregistré en continu sur test de Master) :
 - Un sous-décalage du segment ST de plus de **1 mm** ;
 - La négativation de l'onde T et/ou sa repositivation ;
 - L'augmentation de l'amplitude de l'onde T de plus de 50% par rapport à celle de repos.
- ✓ Mais c'est **Bruce** qui, en **1956** à Seattle, impose le standard de l'EE : l'examen est réalisé sur tapis roulant, avec des niveaux de difficulté calqués sur la classification de la « New York Heart Disease »
- ✓ **Les années 1960**

Les critères de modifications ischémiques du ST-T sont affinés par **Blackburn** et la dérivation **CM5** ou **V5** confirme sa rentabilité. Cette simplification va beaucoup aider à la diffusion de la technique. La valeur prédictive du sous-décalage du segment ST est confirmée dans le dépistage, comme meilleur indicateur que la clinique. Ces critères vont être normés avec **Bruce** qui, utilisant la numération du signal, introduit l'ordinateur dans le déroulement de l'EE pour l'analyse du segment ST.
- ✓ **A la fin des années 1980**, on finira même par considérer qu'une EE réalisée avant la sortie de l'hôpital chez un sujet ayant fait un infarctus est à la fois utile, sans danger, et de bonne valeur pronostique.

4. Méthodes et interprétation

4.1. Conditions techniques nécessaires à la pratique des épreuves d'effort

4.1.1 Locaux, personnel et matériels [6]

➤ Locaux :

- Salle spacieuse, aérée ou si possible ventilée, température 20°C environ.

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

- Lit d'examen pour allonger le patient en cas de besoin.
- Matériel de réanimation (chariot de réanimation régulièrement contrôlé et mis à jour).
- Les locaux doivent être situés à proximité d'un service de réanimation.

➤ **Personnel :**

Le cardiologue réalisant l'EE doit avoir une pratique régulière de cet examen. Bien qu'il n'existe pas de norme en la matière, on peut considérer le chiffre de 20 EE par mois comme une limite basse. Le cardiologue doit être assisté d'une infirmière ayant elle aussi une pratique suffisante de l'examen.

➤ **Matériels :**

- La bicyclette ergométrique est utilisée en Europe, peu coûteuse et moins bruyante que le tapis roulant, avec des tracés moins artéfactés. La fréquence maximale théorique (FMT) est plus difficile à atteindre, en sachant que le produit fréquence \times pression est à peu près comparable avec les deux méthodes, car l'élévation tensionnelle est plus marquée sur cyclomètre
- Le tapis roulant est largement répandu aux USA ; la marche est physiologique et plus facile (certaines personnes ne savent pas pédaler). La FMT est atteinte plus facilement ; la consommation d'oxygène (VO_2 max) est supérieure à celle que l'on obtient sur cyclomètre (mise en jeu de masses musculaires plus importantes)

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI



Figure 1 : tapis roulant et bicyclette ergométrique (tapis roulant du CHU Pt G et bicyclette ergométrique de la clinique TOUCAM)

4.1.2 Risques et sécurité [7, 8]

Une EE est associée à un risque d'événements indésirables mortels estimé < 0,01%, et un risque d'événement nécessitant une intervention médicale < 0,2%. Par conséquent, une observation stricte des contre-indications et des critères d'arrêt est nécessaire.

Le laboratoire d'épreuve d'effort doit comprendre, soit une unité de soins intensifs cardiaques, soit avoir la possibilité de transférer rapidement le patient vers une unité de soins intensifs cardiaques dans un autre centre médical. Dans ce dernier cas, la salle d'urgence dédiée doit être équipée du matériel nécessaire à la réanimation cardiaque à effectuer en attendant le transfert du patient.

Le laboratoire d'épreuves d'effort doit contenir : un téléphone pour appeler les secours ; une source d'oxygène ; un système d'aspiration prêt à l'emploi ; un ou plusieurs ergomètres ; un enregistreur d'électrocardiogrammes (ECG) à 12 dérivations avec surveillance permanente du tracé (au moins trois dérivations simultanées) ; un dispositif de mesure de la pression artérielle (PA) ; et un chariot d'urgence avec un défibrillateur. Il est également recommandé, mais non obligatoire, d'y inclure un oxymètre et un appareil de mesures des gaz expirés.

Avant l'EE, le patient doit recevoir une information orale, notamment sur les avantages, les risques et les alternatives possibles à l'examen, en plus des informations écrites sur le formulaire de consentement qui doit être signé et inclus dans le dossier du patient.

L'EE doit être menée sous la responsabilité d'un cardiologue. Pendant une EE ou EEVO₂, le laboratoire doit être en mesure d'assurer une réanimation cardiaque effectuée par le cardiologue, avec l'aide d'un assistant qualifié (technicien, paramédical ou médecin), formé régulièrement en EE, EEVO₂ et aux gestes d'urgence (attestation de formation de niveau 1 en gestes et soins d'urgence).

4.2. Méthodes :

L'EE consiste en un exercice maximal ou limité par les symptômes, avec enregistrement continu d'un électrocardiogramme, de la PA et d'autres variables cliniques.

✓ Préparation du patient [9]

Le patient doit éviter de manger pendant quelques heures avant l'EE. La peau doit être bien préparée pour optimiser les signaux d'électrocardiogramme. Les dérives précordiales sont placées de façon classique ; il est recommandé de placer les dérives périphériques sur les crêtes iliaques et les régions sous-claviculaires.

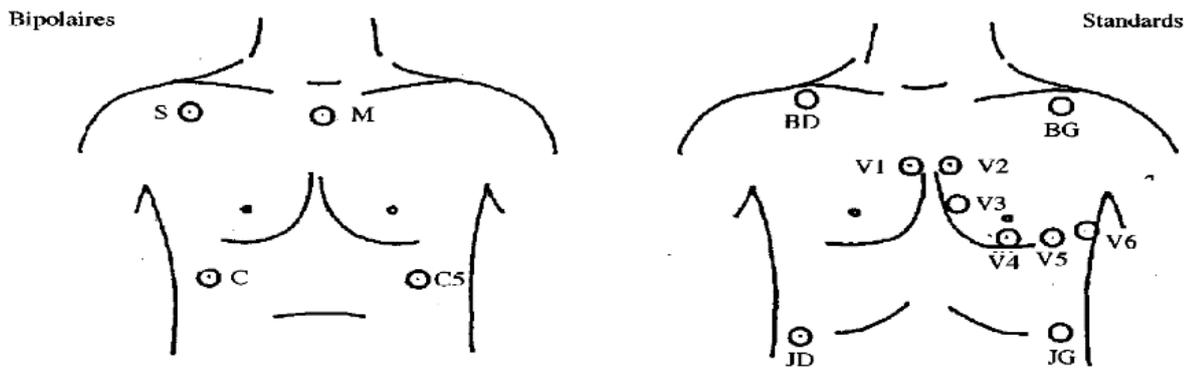


Figure 2 : Emplacement usuel des électrodes au cours de l'EE, en utilisant des dérives bipolaires (CM5, CC5, CS5) ou standard (12 dérives) [9].

✓ Analyse des gaz expirés [10]

Une épreuve d'effort cardio-respiratoire (EEVO₂) avec surveillance continue de la saturation en oxygène (SpO₂) permet d'évaluer les réponses respiratoires, cardiovasculaires et musculaires qui se produisent pendant l'exercice.

✓ Protocole d'exercice [11, 12]

Les protocoles d'épreuve d'effort utilisés sur bicyclette ergométrique ou sur tapis roulant sont nombreux. Ils influencent d'une certaine manière les résultats. Il est donc utile de standardiser les procédures. Les protocoles impliquant une montée en charge rapide ne sont pas toujours utilisables

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

chez certains patients (convalescents, sujets non entraînés). Au contraire, les tests trop lents font que le patient risque d'être épuisé avant l'apparition des anomalies. Il est probablement utopique de vouloir standardiser totalement les épreuves d'effort. Néanmoins, il semble se dégager un consensus sur les recommandations suivantes :

- Pour les épreuves d'effort sur bicyclette ergométrique, les protocoles habituels (30 watts toutes les 3 minutes) gardent des adeptes. Cependant, pour avoir une bonne régularité de la réponse à l'effort et notamment pour pouvoir mesurer la consommation en oxygène, les protocoles à monter régulière ont la faveur des spécialistes :
 - Pour les sujets sains, la détection de l'insuffisance coronaire et les indications rythmologiques, les paliers recommandés sont de 20 watts par minute ;
 - En cas d'insuffisance cardiaque et chez les patients à risque, les paliers conseillés sont de 10 watts par minute ;
 - Lorsqu'une épreuve d'effort standard est négative ou douteuse malgré une forte probabilité pré test, une deuxième épreuve « abrupte » avec départ à un niveau d'effort élevé et progression rapide de la charge peut être indiquée ;
- Pour les efforts sur tapis roulant, il est recommandé de réserver le protocole de Bruce aux patients les plus valides (tableau 1), et d'utiliser chez les moins valides un protocole de Bruce modifié ou un protocole de Balke.
- Pour standardiser de façon plus complète les épreuves d'effort d'un pays à l'autre, certains auteurs ont proposé le protocole STEEP qui a l'avantage d'induire une consommation en oxygène comparable sur bicyclette ergométrique et sur tapis roulant (tableau 3).

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 1 : Protocole de Bruce

Palier	Durée (mn)	Durée totale(mn)	Vitesse du tapis (mph)	Pente (%inclinaison)	METs
0	3	1	1,7	0	1,5
		2	1,7	0	2,0
		3	1,7	0	2,0
0,5	3	4	1,7	5	2,6
		5	1,7	5	3,1
		6	1,7	5	3,1
1	3	7	1,7	10	3,4
		8	1,7	10	4,8
		9	1,7	10	5,1
2	3	10	2,5	12	5,7
		11	2,5	12	6,6
		12	2,5	12	7,1
3	3	13	3,4	14	8,0
		14	3,4	14	9,1
		15	3,4	14	10,0
4	3	16	4,2	16	10,6
		17	4,2	16	13,0
		18	4,2	16	14,0
5	3	19	5,0	18	14,3
		20	5,0	18	15,0
		21	5,0	18	15,7
6	3	22	5,5	20	16,6
		23	5,5	20	18,3
		24	5,5	20	18,9

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 2 : Protocole de Balke :

Palier	Durée (mn)	Durée totale (mn)	Vitesse du tapis (mph)	Pente (%inclinaison)	METs
1	2	2	2,0	0	2
2	2	4	2,0	2,5	2,66
3	2	6	2,0	5,0	3,33
4	2	8	2,0	7,5	4,00
5	2	10	2,0	10,0	4,66
6	2	12	2,0	12,5	5,33
7	2	14	2,0	15,0	6,00
8	2	16	2,0	17,5	6,66
9	2	18	2,0	20,0	7,33
10	2	20	2,0	22,5	8,00

Tableau 3 : Protocole de STEEP

	Paliers(min)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tapis roulant															
Vit mph	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,2	5,0
Vit km/h	2,4	3,2	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8	4,8	5,6	5,6	5,6	6,7	8,0
P%	0	0	1,5	3	3	5	7	7	9	11	11	13	16	16	16
Bicyclette (*) Poids (kg)															
50	15	20	25	30	40	50	60	70	85	95	110	125	145	170	185
55	15	20	30	35	45	55	65	80	95	105	125	140	160	185	205
60	15	25	30	40	45	60	70	85	100	115	135	150	175	200	225
65	20	25	35	40	50	65	80	90	110	125	145	165	190	220	240
70	20	25	35	45	55	70	85	100	120	135	155	175	205	235	260
75	20	30	40	45	60	75	90	105	125	145	170	190	220	250	280
80	25	30	40	50	65	80	95	115	135	155	180	200	235	270	295
85	25	35	45	55	65	85	100	120	145	165	190	215	250	285	315
90	25	35	45	55	70	90	105	130	150	175	200	225	265	300	335
95	25	35	50	60	75	95	115	135	160	180	215	240	280	320	350
100	30	40	50	65	80	100	120	140	170	190	225	250	295	335	370

✓ **Surveillance**

La fréquence cardiaque et la pression artérielle sont mesurées au repos. On avertit le patient qu'il devra au cours de l'épreuve d'effort signaler la survenue de tout symptôme. La fréquence cardiaque est évaluée en permanence. La pression artérielle est mesurée toutes les trois minutes et au maximum de l'effort. L'électrocardiogramme est enregistré au repos, puis chaque minute et au maximum de l'effort. Pendant toute l'épreuve, la surveillance du moniteur permet de rechercher des anomalies de la repolarisation ou des troubles du rythme. La durée de l'épreuve d'effort doit être mesurée grâce à un chronomètre

✓ **Critères d'arrêt d'une EE [13, 14] :**

L'EE doit être arrêtée lorsque le patient atteint l'épuisement ou lorsque des symptômes ou des anomalies électriques nécessitant l'arrêt de l'exercice surviennent, ou à la demande du patient (**tableau 4**). L'EE est maximale quand au moins un critère listé dans le **tableau 5** est présent. L'atteinte de la fréquence maximale théorique (**FMT**) n'est pas en soi un critère d'arrêt.

Tableau 4 : Critère d'arrêt de l'EE

Absolues	Relatives
<p>Angor sévère</p> <p>Diminution ou absence d'augmentation de la TA malgré l'augmentation de la charge</p> <p>Sus-décalage du segment ST (en dehors d'un territoire infarci)</p> <p>Arythmies sévères ou mal tolérées : tachycardie ventriculaire, fibrillation ventriculaire, bloc auriculo-ventriculaire du deuxième ou du troisième degré (complet)</p> <p>Signes de bas débit cardiaque : pâleur, extrémités froides, cyanose, faiblesse, vertiges</p> <p>Signes neurologiques : ataxie, confusion, vertiges, etc.</p> <p>Problèmes techniques qui empêchent une surveillance adéquate (ECG, PA)</p> <p>Demande du patient</p>	<p>Douleur thoracique qui s'aggrave</p> <p>Sous-décalage du segment ST ≥ 2 mm ou descendant</p> <p>Fatigue ou essoufflement</p> <p>Auscultation pulmonaire anormale (crépitants, sibillants)</p> <p>Douleur des membres inférieurs ou incapacité à poursuivre l'exercice</p> <p>PA $\geq 250/115$ mmHg</p> <p>Arythmies moins sévères et bien tolérées : ESV fréquentes et polymorphes, tachycardie supra-ventriculaire, bradycardie</p> <p>Bloc de branche</p>

Tableau 5 : Critères en faveur d'un effort maximal, modifié selon [14]

<p>Signes d'épuisement et incapacité à poursuivre l'exercice</p> <p>Échelle de Borg > 17</p> <p>FMT atteinte ou dépassée</p> <p>QR > 1.10 (si EEVO₂)</p> <p>plateau de VO₂ (si EEVO₂)</p>
--

✓ **Récupération [13]**

La période de récupération doit être prolongée jusqu'à ce que la clinique et l'ECG reviennent à la valeur initiale (nécessitant au moins 3 à 6 minutes).

La récupération passive peut être recommandée, car généralement bien tolérée et permet un diagnostic plus précis de la maladie coronarienne en augmentant la sensibilité de l'examen, et en permettant l'utilisation de la fréquence cardiaque de récupération comme critère pronostique.

✓ Capacité fonctionnelle [10, 15]

La charge maximale effectuée est exprimée par la puissance en watts sur le vélo ou la pente et la vitesse sur le tapis roulant ou la durée de l'exercice.

La consommation d'oxygène (VO_2) est exprimée en L / min, mL / min / kg ou en MET (équivalent metabolic of the task) (1 MET = 3,5 mL d'oxygène par kilogramme de poids corporel par minute [mL / min / kg]).

La valeur obtenue doit être comparée à la valeur prédite. Le double produit (PA systolique maximale x FC maximale) évalue la charge de travail myocardique.

✓ La dynamique de la fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque (FC) doit augmenter progressivement avec l'intensité de l'exercice. La fréquence cardiaque maximale (FCM) peut être prédite en utilisant la formule d'Astrand : $220 - \text{âge} \pm 10$ battements / min établie sur ergocycle [39]. D'autres formules ont été proposées avec des données sur tapis roulant, comme pour la population générale ($FCM = 208 - 0,7 \times \text{âge}$) [16], pour les femmes ($FCM = 206 - 0,88 \times \text{âge}$) [14] et pour les patients sous bêta-bloquants ou autres agents bradycardisants ($FCM = 164 - 0,7 \times \text{âge}$) [17].

L'incompétence chronotrope est définie lorsque la FCM réelle est $\leq 80-85\%$ de la FMT- voire 70% - ou si $(FCM - FC \text{ de repos}) / (FMT - FC \text{ de repos})$ est $\leq 80\%$ malgré un test maximal. L'incompétence chronotrope est un marqueur de mauvais pronostic et doit faire évoquer une ischémie myocardique [18, 19].

Pendant la phase de récupération, la FC diminue d'abord rapidement, puis plus lentement jusqu'à son retour à la ligne de base, ce qui peut prendre plusieurs minutes [20]. Une diminution de la FC ≤ 12 battements / min et ≤ 22 battements / min par rapport à la FCM, après 1 et 2 minutes respectivement, est considérée comme anormale, en tenant compte de l'ergomètre utilisé, du traitement actuel et de la durée et l'intensité de la récupération active [21].

✓ La dynamique de la PA [10, 9, 22, 23, 24]

La PA doit être mesurée à chaque palier de l'exercice, malgré la difficulté d'une mesure précise. Pour cette raison, elle devrait être vérifiée manuellement. Lors

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

d'un effort maximal, la PA systolique doit augmenter d'au moins 40 mmHg. Pendant la phase de récupération, la pression artérielle systolique doit revenir à sa valeur de référence ou en dessous, dans les 6 minutes au plus.

Une augmentation excessive de la PA au cours des premiers paliers peut prédire une augmentation de la mortalité cardiovasculaire à long terme.

Une faible montée (< 10 mmHg / MET) ou une diminution de la PA systolique au cours de l'exercice est anormale, souvent de mauvais pronostic.

Une hypotension marquée peut apparaître au cours de la récupération immédiate, qu'elle soit symptomatique ou non, elle est généralement considérée comme bénigne.

Le maintien d'une pression artérielle élevée pendant la phase de récupération serait en faveur d'une fonction ventriculaire altérée. Un rapport de la PA systolique à 3 minutes de récupération sur la PA systolique maximale supérieur à 0,9 a été suggéré comme critère diagnostique de coronaropathie.

5. Indications des épreuves d'effort en cardiologie

Le test d'effort est un examen couramment pratiqué en cardiologie. L'indication principale est l'évaluation de l'ischémie myocardique en fonction de la probabilité prétest et du niveau de risque d'évènement cardiovasculaire. Au-delà de l'analyse de la repolarisation, d'autres critères doivent être pris en considération pour améliorer sa valeur prédictive. Le test d'effort est aussi indiqué dans d'autres pathologies cardiaques (comme les TDR et TDC, le RAo asymptomatique sévère, les CMH, l'artérite des membres inférieurs, l'HTA) et dans des populations particulières (femmes, sujets âgés, diabétiques, en préopératoire, chez les sujets asymptomatiques et dans les cardiopathies congénitales). Certaines pathologies (comme l'insuffisance cardiaque et l'hypertension pulmonaire) nécessitent un test d'effort avec la mesure des gaz expirés. Enfin, le test d'effort et la mesure des gaz expirés sont indispensables pour prescrire un programme de réadaptation.

5.1. EE dans la maladie coronaire : [25]

La coronaropathie reste la principale indication d'une EE en cardiologie. L'indication d'une EE diagnostique est basée sur la probabilité prétest de maladie coronarienne (MC) (**figure 3**).

La probabilité pré-test clinique de la coronaropathie est évaluée en fonction de l'âge, du sexe et du type de douleur. L'angor est défini par trois critères : la douleur thoracique constrictive rétrosternale déclenchée par l'effort, la digestion ou le stress émotionnel ; une douleur qui dure plusieurs minutes (< 20 minutes) ; et la douleur soulagée par le repos ou l'utilisation de nitroglycérine

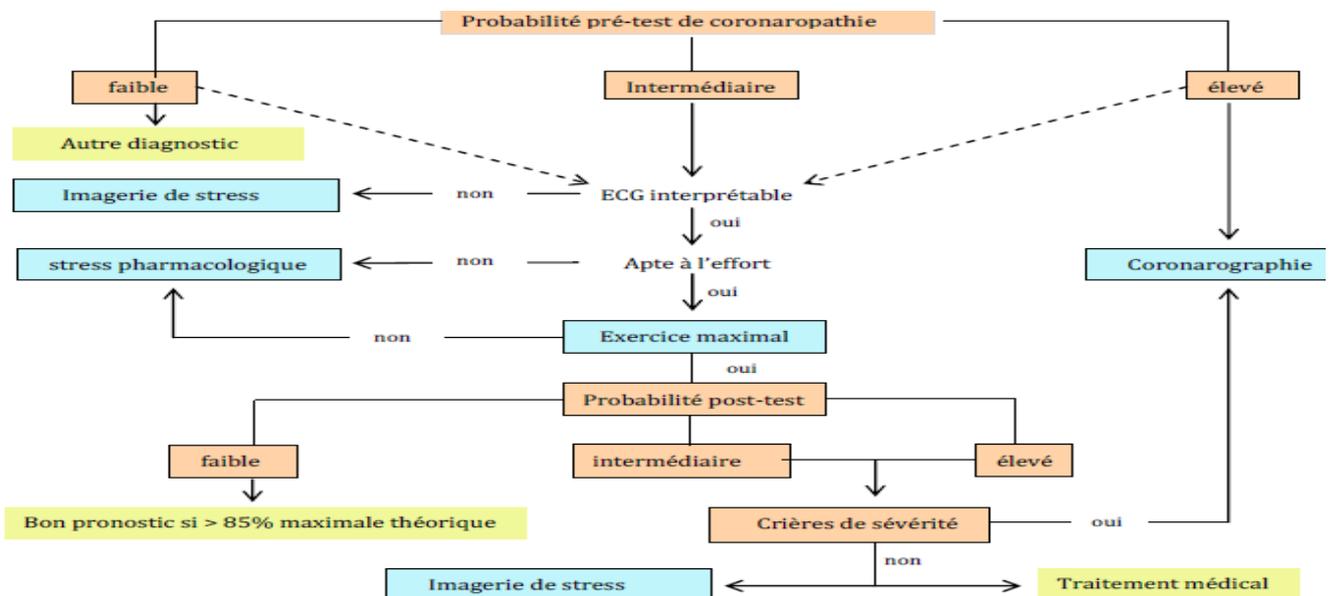


Figure 3 : Probabilité prétest de la maladie coronarienne (MC) [25]

L'angine est typique lorsque les trois critères sont remplis, atypique lorsque seulement deux critères sont présents, et improbable sinon. La probabilité pré-test peut être stratifiée comme faible, intermédiaire ou élevée, selon les symptômes, l'âge et le sexe d'un patient donné (**tableau 6**).

Tableau 6 : Probabilité clinique pré-test de maladie coronarienne, modifiée [25]

Age	Angor typique		Angor atypique		Angor peu probable	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
30–39	Inter	Inter	Inter	Faible	Inter	Faible
40–49	Elevée	Inter	Inter	Faible	Inter	Faible
50–59	Elevée	Inter	Inter	Inter	Inter	Faible
60–69	Elevée	Inter	Inter	Inter	Inter	Inter
70–79	Très élevée	Elevée	Elevée	Inter	Inter	Inter
≥ 80	Très élevée	Elevée	Elevée	Inter	Inter	Inter

Inter : Intermédiaire

Faible < 15%, Intermédiaire : 15 – 65%, Elevée : 66 – 85%, Très élevée > 85%

5.2. EE dans les troubles du rythme et de la conduction :

Une EE est indiquée en cas de syncope, de palpitations, d'antécédents familiaux de mort subite d'origine cardiaque ou de maladie cardiovasculaire arythmogène héréditaire et de tout symptôme survenant pendant l'effort [26].

Au-delà de l'évaluation du pronostic, une EE peut aider à évaluer l'efficacité d'un traitement antiarythmique [13], ainsi que de confirmer le bon fonctionnement d'un stimulateur cardiaque ou d'un défibrillateur implanté [27].

En cas de fibrillation atriale chronique, une EE apporte des données utiles pour optimiser la fréquence ventriculaire [10].

En cas de bloc auriculo-ventriculaire congénital, une EE permet d'évaluer la réponse chronotrope ainsi que la capacité fonctionnelle ; ces deux éléments sont nécessaires pour prendre une décision concernant l'implantation d'un stimulateur cardiaque [28].

En présence d'un syndrome de pré-excitation, comme dans celui de Wolf-Parkinson-White, une EE permet non seulement de détecter la disparition d'un battement à l'autre de l'onde de pré-excitation (ce qui est en faveur d'une voie

accessoire bénigne), mais aussi l'évaluation de la vulnérabilité atriale ou le déclenchement d'une tachycardie par réentrée [29]

5.3. EE dans les valvulopathies [30, 31]

Une EEVO₂ fait partie du bilan de valvulopathies significatives, mais asymptomatiques, afin d'objectiver d'éventuels symptômes non reconnus et de mieux en définir la prise en charge et le pronostic.

Une EE est recommandée chez les patients asymptomatiques présentant une sténose aortique sévère (surface $\leq 1 \text{ cm}^2$ ou $\leq 0,6 \text{ cm}^2 / \text{m}^2$ ou vitesse transvalvulaire maximale $\geq 4 \text{ m / s}$ ou gradient moyen $\geq 40 \text{ mmHg}$). L'EE peut révéler des symptômes atypiques, une capacité fonctionnelle réduite ou une réponse anormale de la PA (diminution ou augmentation $< 20 \text{ mmHg}$). Bien que rare, une EE peut déclencher des arythmies. Les sous-décalages du segment ST sont fréquents, mais n'ont pas de valeur diagnostique de coronaropathie. Deux études récentes dans de petites populations ont mis en évidence l'intérêt d'une EEVO₂ chez des patients asymptomatiques avec sténose aortique serrée. Pour ces patients, la chirurgie peut être discutée lorsque le pic VO₂ est $< 85\%$ de la valeur théorique ou 14 mL / min / kg , et la pente VE/VCO₂ est > 34 . EE et EEVO₂ sont contre-indiqués en cas de sténose aortique symptomatique.

5.4. EE dans l'insuffisance cardiaque chronique [32, 33, 34, 35] :

L'EE (et plus particulièrement l'EEVO₂) a un rôle primordial dans l'évaluation et le suivi des patients atteints d'insuffisance cardiaque chronique (ICC).

L'EEVO₂ donne une évaluation objective de la capacité d'exercice maximale - le facteur pronostique principal pour les patients en ICC.

Le pic VO₂ est un critère majeur de décision d'une transplantation cardiaque. Une valeur de VO₂ $< 11-12 \text{ mL / min / kg}$ chez un patient sous bêta-bloquants (ou $< 14 \text{ mL / min / kg}$ sans bêta-bloquants) est une indication pour la transplantation.

Les principales variables à prendre en compte dans l'ICC sont la diminution de la VO₂, une augmentation de la pente VE / VCO₂ (> 45), une faible élévation de

la pression artérielle et l'observation des oscillations respiratoires qui sont des marqueurs de mauvais pronostic.

D'autres variables permettent d'affiner le pronostic chez les patients en ICC. La pente d'efficacité de prélèvement d'oxygène (relation $VO_2 / \text{Log VE}$) ou OUES (Oxygen Uptake Efficiency Slope) ainsi que la puissance circulatoire (pic $VO_2 \times$ PA systolique maximale) diminuent avec la sévérité de l'ICC. La puissance ventilatoire (PA systolique maximale / pente VE / VCO_2) permet une évaluation plus précise des fonctions ventriculaires et pulmonaires droites.

5.5. EE et autres cardiopathies

✓ Cardiomyopathie hypertrophique [36, 37, 38, 39]

Une $EEVO_2$ (ou, si indisponible, une EE) est indiquée dans l'évaluation pronostique de la cardiomyopathie hypertrophique, et est une aide utile dans la décision thérapeutique (ablation septale d'alcool, myomectomie septale ou transplantation). Les critères principaux sont une altération de la VO_2 , une pente VE / VCO_2 augmentée, une réponse systolique anormale (diminution ou plateau à pic d'effort) ou la présence d'une arythmie ventriculaire complexe (en particulier chez les patients de moins de 30 ans)

✓ Hypertension pulmonaire [3, 39]

Chez les patients atteints d'hypertension pulmonaire primaire ou secondaire, Une $EEVO_2$ est préférable à une EE. Il faut noter que l'hypertension pulmonaire n'est plus considérée comme une contre-indication à l'EE ou $EEVO_2$.

Une $EEVO_2$, qui apporte des informations diagnostiques et pronostiques supplémentaires au test de marche de 6 minutes, est recommandée lors du diagnostic, pendant le suivi à intervalles de 6 mois à 12 mois ou en cas d'une aggravation des symptômes.

Le pic VO_2 et la pente VE / VCO_2 sont deux facteurs principaux de stratification du risque du patient : un pic $VO_2 > 15 \text{ mL} / \text{min} / \text{kg}$ (ou $> 65\%$ de la VO_2 théorique) et une pente $VE / VCO_2 < 36$ sont en faveur d'une mortalité faible à 1

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

an, alors qu'un pic $VO_2 < 11$ mL / kg / min (ou $< 35\%$ de la théorique) et une pente $VE / VCO_2 \geq 45$ sont liés à un risque élevé de complications.

✓ Maladie artérielle périphérique [40, 31, 41]

La diminution de la pression à la cheville après l'exercice peut être un équivalent à la claudication, même si l'index de pression systolique (IPS) au repos est $> 0,90$. Une diminution de la pression de la cheville de plus de 30 mm Hg (ou une diminution de l'IPS de plus de 20%) au-delà d'une minute de récupération est en faveur d'une maladie artérielle périphérique (MAP).

Une EE avec un ergomètre à bras peut être une alternative à la bicyclette ou au tapis roulant pour détecter une ischémie myocardique silencieuse chez les patients avec MAP.

Une EE peut également évaluer l'impact de l'entraînement physique chez un patient atteint de MAP. Une amélioration de la capacité fonctionnelle est un marqueur de bon pronostic.

✓ Hypertension artérielle [42, 43] :

L'interprétation d'une EE chez les patients hypertendus avec un électrocardiogramme au repos normal est similaire à celle de la population non hypertendue. Cependant, une PA systolique élevée pendant l'exercice augmente le risque de faux positifs. Un sous-décalage significatif du segment ST peut être associé à une hypertrophie ventriculaire gauche, même en l'absence de maladie coronarienne significative, d'où l'importance d'effectuer une analyse multivariée dans cette population.

✓ Diabète [44, 45, 15] :

Le risque cardiovasculaire d'un patient augmente en fonction de l'ancienneté du diabète, de l'âge du patient et des autres facteurs de risque associés. L'évaluation de l'ischémie myocardique à l'effort est importante étant donné la prévalence élevée de l'ischémie silencieuse de l'ordre de 30 à 35% chez les patients diabétiques.

L'incompétence chronotrope est également plus fréquente chez les patients diabétiques (33%) et bien corrélée au risque d'événements cardiaques majeurs indésirables.

Bien que l'EE chez les patients diabétiques ait une valeur diagnostique et pronostique similaire pour la coronaropathie que chez les patients non diabétiques, les symptômes sont moins typiques.

Il est nécessaire que des mesures soient prises pour prévenir l'hypoglycémie pendant l'EE.

5.6. EE et Populations spécifiques

✓ Avant une chirurgie non-cardiaque [46, 47]

Des examens complémentaires sont actuellement indiqués chez les patients présentant un risque préopératoire élevé. Le niveau de risque préopératoire dépend des comorbidités du patient et du type d'intervention chirurgicale pratiquée (la chirurgie vasculaire, comme la chirurgie de l'aorte ou artérielle périphérique, représentent un risque cardiaque > 5%). Une valeur basse du seuil ventilatoire (< 11 mL / min / kg) et du pic de VO₂ < 16 mL / min / kg sont en faveur d'un risque péri-opératoire élevé.

✓ La femme [48, 49] :

La femme présente plus souvent des symptômes atypiques. De plus, la prise d'œstrogènes peut modifier l'interprétation de l'électrocardiogramme au repos. Le risque de mortalité est doublé chez les femmes présentant des symptômes atypiques et une capacité fonctionnelle inférieure à 85% de la valeur prédite.

Une EE normale chez une femme a une forte valeur prédictive négative. Une épreuve de stress d'imagerie en première intention n'offre pas de bénéfice significatif. L'utilisation d'un score est à privilégier.

✓ Le patient âgé [10]

Une EE chez un patient âgé nécessite un protocole d'exercice adapté (avec des incréments courts). La valeur diagnostique de l'EE est augmentée dans cette

population, avec une bonne sensibilité. Les arythmies sont plus fréquentes et la capacité fonctionnelle est la principale variable prédictive de la survie.

✓ Le sportif [50, 51] :

Une EE est utile pour dépister une maladie cardiovasculaire (cardiopathie ischémique, CMH) chez les athlètes présentant des symptômes ou un examen clinique anormal, ou lors d'une baisse inexplicée de la performance physique. Il est nécessaire d'adapter le protocole pour atteindre la capacité fonctionnelle maximale. Les anomalies observées sur un ECG au repos (comme les troubles de conduction et de repolarisation) qui disparaissent à l'effort sont généralement considérées comme bénignes. Par contre, la normalisation des ondes T inversées au repos pendant une EE n'a pas de valeur de bénignité. Les athlètes entraînés présentent plus souvent de faux positifs que les sujets non entraînés. Une EEVO₂ est également indiquée pour évaluer une dyspnée anormale.

✓ Le sujet asymptomatique [10, 15, 51] :

En raison de la faible prévalence des maladies cardiovasculaires chez les sujets asymptomatiques, la valeur prédictive de l'EE est plus faible dans cette population. Pour les sujets présentant des facteurs de risque les exposant à un risque cardiovasculaire élevé, une EE anormale (faible capacité fonctionnelle ou anomalies de l'ECG) permet de définir un sous-groupe de patients à risque accru de coronaropathie.

5.7. EE chez les enfants et adultes atteints de cardiopathie congénitale :

Le matériel et le protocole d'exercice utilisés pour l'EE doivent être adaptés à la morphologie et à la capacité fonctionnelle de l'enfant [52]. Seuls les enfants mesurant plus de 1,20 m peuvent utiliser un cyclo-ergomètre, de préférence avec un protocole de rampe. Sur un tapis roulant, le protocole de Bruce est le plus couramment utilisé [32].

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Les mesures de sécurité sont obligatoires et sont similaires à celles recommandées pour les patients adultes. Bien que les complications soient rares, il est nécessaire de respecter les contre-indications et les critères d'arrêt de l'effort [52].

Une EE est indiquée chez les enfants pour évaluer les signes fonctionnels liés à l'exercice (dyspnée, syncope, douleur thoracique). Dans les cardiopathies congénitales, une EE (ou de préférence une EEVO₂) est indiquée pour évaluer la capacité fonctionnelle, l'aptitude au sport, pour un bilan préopératoire et le suivi post-opératoire (dépistage des arythmies ou troubles de la conduction, évaluation d'une réimplantation des coronaires, d'un gradient obstructif résiduel, d'une cyanose, d'un shunt résiduel, etc.) [53].

6. Analyse de l'électrocardiogramme :

6.1. Anomalies de la repolarisation [26, 9, 54, 55, 56] :

Les anomalies de repolarisation les plus fréquentes sont résumées dans le **tableau 7**. Les dérivations impliquées, le délai d'apparition, l'intensité et l'évolution de l'anomalie lors de la récupération doivent être bien décrits.

Tableau 7 : Modification de la repolarisation en faveur d'une ischémie myocardique

Sous-décalage du segment ST horizontal ou descendant $\geq 1\text{mm}$, 60–80 ms après le point J
Sous-décalage du segment ST ascendant $\geq 1,5\text{mm}$, 80ms après le point J
Sus-décalage du segment ST $\geq 1\text{mm}$
Index ST/FC $\geq 1,6 \mu\text{V}/\text{battements}\cdot\text{min}^{-1}$
Boucle ST/FC dans le sens des aiguilles d'une montre

Parmi les anomalies de la repolarisation le sous-décalage du segment ST est de loin la plus fréquente (80-90%) ; celui-ci doit être mesuré 60-80ms au-delà du point J. Pour être significatif, un sous-décalage ascendant du segment ST doit

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

atteindre au moins 1,5 mm d'amplitude à 80 ms. La valeur prédictive augmente avec l'importance du sous-décalage du segment ST, en particulier s'il est horizontal ou descendant.

L'apparition précoce du sous-décalage du segment ST, le nombre de dérivations impliquées et sa persistance au cours de la récupération sont des éléments en faveur de lésions coronaires sévères.

Bien que le sous-décalage apparaisse essentiellement dans les dérivations précordiales V4, V5 et V6, cela n'a pas de valeur localisatrice d'une lésion coronaire. Une modification de la repolarisation dans les dérivations DII, DIII et aVF peut être liée à l'onde de repolarisation auriculaire.

Un sous-décalage du segment ST induit par l'exercice qui se normalise rapidement en phase de récupération est de bon pronostic. Inversement, la persistance ou la récurrence d'une anomalie de la repolarisation au cours de la récupération après une normalisation initiale est en faveur d'une coronaropathie sévère.

Un index $ST / FC > 1,6 \mu V / \text{beat} \cdot \text{min}^{-1}$ et une boucle ST / FC évoluant dans le sens des aiguilles d'une montre pendant la phase de récupération sont en faveur de la présence de sténoses coronaires.

Un sus-décalage du segment ST induit par l'exercice, isolé ou associé à un sous-décalage du segment ST dans un territoire en miroir, est rare. Cependant, il indique généralement la présence d'une sténose coronaire sévère ou d'un spasme de l'artère correspondante au territoire touché. En présence d'une séquelle de nécrose avec ondes Q, un sus-décalage du segment ST peut évoquer une ischémie réversible, une akinésie ou une dyskinésie segmentaire du territoire de la nécrose.

Les ondes T négatives qui se normalisent ou apparaissent pendant l'exercice, sans modification du segment ST, sont de peu de valeur diagnostique. Plusieurs facteurs pouvant affecter la repolarisation doivent être pris en compte lors de l'interprétation d'un ET (tableau 8).

Tableau 8 : Facteurs modifiant l'interprétation de la repolarisation

Onde de repolarisation atriale
Anomalies de repolarisation sur l'électrocardiogramme de repos
Hypertension artérielle et hypertrophie ventriculaire gauche
Syndrome de Wolff-Parkinson-White
Bloc de branche gauche
Maladie valvulaire ou congénitale
Prolapsus mitral
Cardiomyopathie, péricardite
Trouble métabolique, hypokaliémie
Traitement digitalique
Traitement anti-angineux
Autres médicaments modifiant la repolarisation
Anémie

6.2. Les modifications des complexes QRS [26, 57, 58] :

Chez les sujets normaux, la durée du QRS diminue pendant l'exercice, alors que l'amplitude de l'onde Q septale augmente dans les dérivations V4, V5 et V6. Un élargissement du QRS pendant l'exercice peut être en faveur d'une ischémie myocardique.

6.3. Les troubles du rythme [59, 60] :

Un épisode de fibrillation atriale pendant l'exercice, ou la récupération est prédictif d'une arythmie prolongée à venir, en particulier chez les personnes âgées.

Les arythmies ventriculaires dépendent de la pathologie cardiaque sous-jacente. La sévérité d'une arythmie ventriculaire donnée est associée à la morphologie du complexe QRS (polyphasique, polymorphe), son origine, sa fréquence et sa

répétitivité, un intervalle de couplage court (phénomène R sur T) et l'évolution de l'arythmie au cours de l'exercice. L'aggravation de l'arythmie au cours d'une EE, particulièrement pendant la période de récupération, est de mauvais pronostic.

6.4. Troubles de conduction :

Les troubles de conduction survenant pendant l'effort, tels que les BAV de haut degré, sont des critères d'arrêt de l'EE [61].

Une pathologie cardiaque sous-jacente est présente dans environ 50% des blocs de branche induits par l'exercice, dont la moitié est dû à une cause ischémique. Les blocs de branche gauche apparaissent plus souvent au cours d'une EE que les blocs de branche droit [62]. L'apparition simultanée d'une douleur précordiale et d'un bloc de branche gauche à l'effort peut être liée à un asynchronisme de contraction entre les ventricules [61, 63].

Un hémibloc antérieur gauche apparaissant à l'effort doit faire évoquer une sténose du tronc commun ou de l'artère interventriculaire proximale, alors qu'un hémibloc postérieur gauche peut révéler une sténose de la coronaire droite ou de la circonflexe avec souvent des lésions étendues [64].

6.5. Interprétation de l'EE dans le diagnostic de la maladie coronarienne

À des fins diagnostiques, l'interprétation d'une EE doit être multivariée [65, 66] et répondre par une probabilité élevée, intermédiaire ou faible d'ischémie myocardique. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte, notamment la prévalence de la maladie, la présence de facteurs de risque, les symptômes, les modifications de l'électrocardiogramme et d'éventuelles anomalies de la FC et de la PA pendant l'effort et la récupération immédiate [66].

Il existe des scores (Duke Treadmill Score [67], Ashley [68]) qui aident à établir le diagnostic et le pronostic des patients atteints de coronaropathie, en les classant dans l'un des trois groupes de risque possibles (**tableau 9**).

Tableau 9 : Score de probabilité de coronaropathie, modifié selon [68].

	Hommes	Score	Femmes	Score
FCM (batt/min)	≤ 100	30	≤ 100	20
	100–129	24	100–129	16
	130–159	18	130–159	12
	160–189	12	160–189	8
	190–220	6	190–220	4
Sous-décalage de ST (mm)	1–2	15	1–2	6
	> 2	25	> 2	10
Age (ans)	> 55	20	> 65	25
	40–55	12	50–65	15
Antécédent d'angor	Typique	5	Typique	10
	Atypique	3	Atypique	6
	Aucune	1	Aucune	2
Hypercholestérolémie	Oui	5	NA	
Diabète	Oui	5	Oui	10
Angor induite par l'EE	Présent	3	Présent	9
	Cause de l'arrêt	5	Cause de l'arrêt	15
Tabagisme	NA		Oui	10
Ménopause			Oui	-5
	NA		Non	5

Risque de MC chez l'homme : Score < 40 = probabilité faible ; 40–60 = Probabilité intermédiaire ; 60 = Probabilité élevée.

Risque de MC chez la femme : Score < 37 = probabilité faible ; 37–57 = probabilité intermédiaire ; 57 = Probabilité élevée

6.6. Données de l'EEVO₂ et interprétation

L'analyse d'une EEVO₂ doit se baser sur les réponses pulmonaires, cardiovasculaires et musculaires à l'exercice (**tableau 10**). La spirométrie avant une EEVO₂ est obligatoire pour détecter une limitation pulmonaire potentielle. L'hémoglobinémie du sujet doit également être prise en compte. L'interprétation de l'EEVO₂ doit être structurée.

L'analyse de l'EE doit d'abord être effectuée comme décrit précédemment, puis les données cardiorespiratoires sont analysées à l'aide d'algorithmes [35]. Toutes les variables sont calculées en fonction de trois items : la ventilation minute (volume de gaz expiré [VE], en L /min), et les fractions expirées d'oxygène et de dioxyde de carbone (%), mesurées à chaque cycle respiratoire.

Outre les consommations d'O₂ (VO₂) et le volume expiré de dioxyde de carbone (VCO₂), les principales variables de l'EEVO₂ utilisées en cardiologie sont : la capacité vitale (CV et ses composantes), le volume courant et la fréquence respiratoire, la réserve respiratoire, le rapport du volume d'espace mort sur le volume courant et la pression partielle du dioxyde de carbone enfin d'expiration (PETCO₂, en mmHg), reflétant une anomalie du rapport ventilation perfusion.

Une réserve respiratoire anormale (VE maximale / VE théorique maximale) < 30% et une diminution de SpO₂ > 5% pendant l'exercice sont des variables utiles pour détecter une limitation pulmonaire induite par l'exercice.

Chez les sujets normaux, la valeur de la VO₂ doit être ≥ 100% de la valeur prédite. L'interprétation d'une réduction du pic VO₂ est résumée dans le tableau 10 [46]. La valeur maximale de la VO₂ est un facteur prédictif important de la mortalité toutes causes confondues et des maladies cardiovasculaires, et constitue donc l'un des facteurs pronostiques les plus utiles dans l'insuffisance cardiaque chronique et de nombreuses autres cardiopathies [46].

Au-delà du premier seuil ventilatoire (SV), VE augmente plus vite que la VO₂. En comparant la VO₂ au SV en % du pic, il est possible de définir plus

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

précisément le niveau de déconditionnement physique. L'entraînement physique augmente le pic VO_2 ainsi que la VO_2 au SV.

Une diminution du pic VO_2 et de la VO_2 au SV (exprimé en % du pic VO_2 mesuré) sont en faveur d'une limitation musculaire.

La pente VE / VCO_2 reflète l'efficacité respiratoire d'un patient donné pendant l'exercice. La valeur normale proposée est une pente < 30 , qui peut augmenter légèrement avec l'âge ; elle est anormalement augmentée en cas de déséquilibre du rapport ventilation perfusion pulmonaire et présente, outre le pic VO_2 , une forte valeur pronostique.

Le pouls d'oxygène (VO_2 / FC , mL d'oxygène / battement), qui reflète le volume d'éjection systolique du ventricule gauche, doit augmenter pendant toute la durée de l'exercice.

La présence d'oscillations respiratoires pendant l'effort est pathologique, essentiellement chez les patients atteints d'insuffisance cardiaque chronique.

Toutes les variables (tableau 10) requises pour l'analyse des échanges de gaz doivent être incluses dans le rapport final [66].

Tableau 10 : Interprétation des principales variables du test d'effort cardiorespiratoire, modifiées selon [35].

Variables	Normal	Diminution faible	Diminution modérée	Diminution sévère
Pic VO_2/VO_2 théorique (%)	≥ 100	75–99	50–74	< 50
VO_2 au SV/ VO_2 théorique(%)	40–80		< 40	
Pente VE/VCO_2	< 30	30–35.9	36–45	> 45
Pouls d'oxygène	augmente		Plateau précoce ou diminution	
Réserve respiratoire (%)	≥ 30		< 30	
Oscillations respiratoires	Absentes		Présentes	

IV. Méthodologie

1. Période et type d'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective, descriptive effectuée à partir de l'analyse des comptes rendus de l'épreuve d'efforts réalisés de Janvier 2016 à Juillet 2022 au cabinet médical « TOUCAM » de Kati.

2. Échantillonnage

- **Critères d'inclusion** : nous avons inclus tous les comptes rendus exploitables des patients adressés pour épreuve d'effort quel que soit l'indication.
- **Critères de non inclusion** : nous avons exclu tous les comptes rendus inexploitable du fait de manque d'informations essentielles telles que l'âge, le sexe, l'indication de l'examen, les résultats de l'épreuve d'effort ou la conclusion à la fin du compte rendu.

3. Réalisation de l'examen

L'épreuve d'effort a été réalisée sur bicyclette ergométrique. Le protocole utilisé était celui de STEEP modifié. Il s'agissait donc d'une épreuve triangulaire où la charge de départ (30 ou 50 watts) était augmentée de manière progressive toutes les trois minutes. La prise de la pression artérielle était faite manuellement chaque deux minute. L'épreuve d'effort était arrêtée si le patient présentait des signes de positivité, des signes fonctionnels invalidants ou un épuisement.

La récupération était soit passive ou active avec une charge de 25 Watts et la prise manuelle de la pression artérielle toute les minutes.

Le retour aux paramètres (pression artérielle) de départ et l'absence de plainte mettaient fin à l'exploration.

4. Définitions opérationnelles

- La fréquence maximale théorique (FMT) a été appréciée à partir de la formule d'Astrand (la plus utilisée) $FMT = 220 - \text{âge du sujet} \pm 10$.

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Pour les patients traités par bêtabloquants ou autres traitements ralentisseurs, nous avons utilisé la formule de Brawner $FMT = 164 - 0,7 \times \text{âge}$ [3, 67].

- Le niveau d'effort atteint a été défini par le pourcentage de FMT atteint [3, 67] : effort sous- maximal si $FC \text{ maximale} < 85\% \text{ FMT}$, effort sub- maximal si $85\% \text{ FMT} \leq FC \text{ maximale} < 100\% \text{ FMT}$, effort maximal si $FC \text{ maximale} \geq 100\% \text{ FMT}$.
- L'épreuve d'effort était dite « démaquillée » lorsque nous arrêtons les médicaments anti-angineux et ou bradycardisants. Au contraire, elle est dite « maquillée » lorsque ces médicaments anti-angineux et ou bradycardisants n'étaient pas préalablement arrêtés.
- Les critères de positivité de l'EE étaient : le sous-décalage de ST de plus de 1mm, situé de 0.06 à 0.08 seconde après le point J, horizontal ou descendant. Le territoire du sous- décalage n'a pas de valeur topographique ; le sus-décalage de ST en l'absence d'infarctus. Il témoigne en général d'une ischémie transmurale ; des modifications de l'onde R, inversion de l'onde U ou triplement de l'onde T [66] ; épuisement + des ESV à l'effort et anormalité de l'onde T à l'ECG de base.
- L'épreuve d'effort était dite litigieuse s'il s'agissait: d'une épreuve d'effort sous maximale c'est-à-dire la fréquence maximale théorique (FMT) et/ou le niveau d'effort cible ne sont pas atteints ; d'un sous-décalage ascendant; d'un sous-décalage présent seulement en phase de récupération ; de la présence d'anomalies de la repolarisation à l'état initial, de cicatrice d'infarctus, de bloc de branche gauche, de bloc de branche droit, de Wolff Parkinson White, d'un pacemaker, de signes d'hypertrophie ventriculaire gauche [66].

5. Collecte des données :

Nous avons élaboré une fiche d'enquête individuelle qui a servi de support de collecte des données.

Les variables étudiées étaient : les données socio-démographiques (âge, le sexe, la profession, la résidence), les données techniques (ergomètre, le protocole) et les données cliniques et paracliniques (les antécédents du patients, les facteurs de risque cardiovasculaire, FC de repos, FC max à l'effort, signes électriques de repos et à l'effort, le traitement en cours, l'indication, les résultats de l'épreuve d'effort et les raisons d'arrêt de l'EE)

6. Analyse des données :

Les données ont été analysées à l'aide des logiciels IBM SPSS Statistics 25 et le traitement de texte par Word 2016.

V. Résultats

1. Données sociodémographiques :

Tableau 11 : Répartition des patients en fonction de la tranche d'âge.

Tranche d'âge (année)	Effectif (n = 96)	Pourcentage
7-21	12	12,5
22-36	15	15,6
37-51	37	38,5
52-66	28	29,5
> 66	4	4,2

La tranche d'âge la plus représentée était les **37 – 51 ans** avec **38,5 %**.

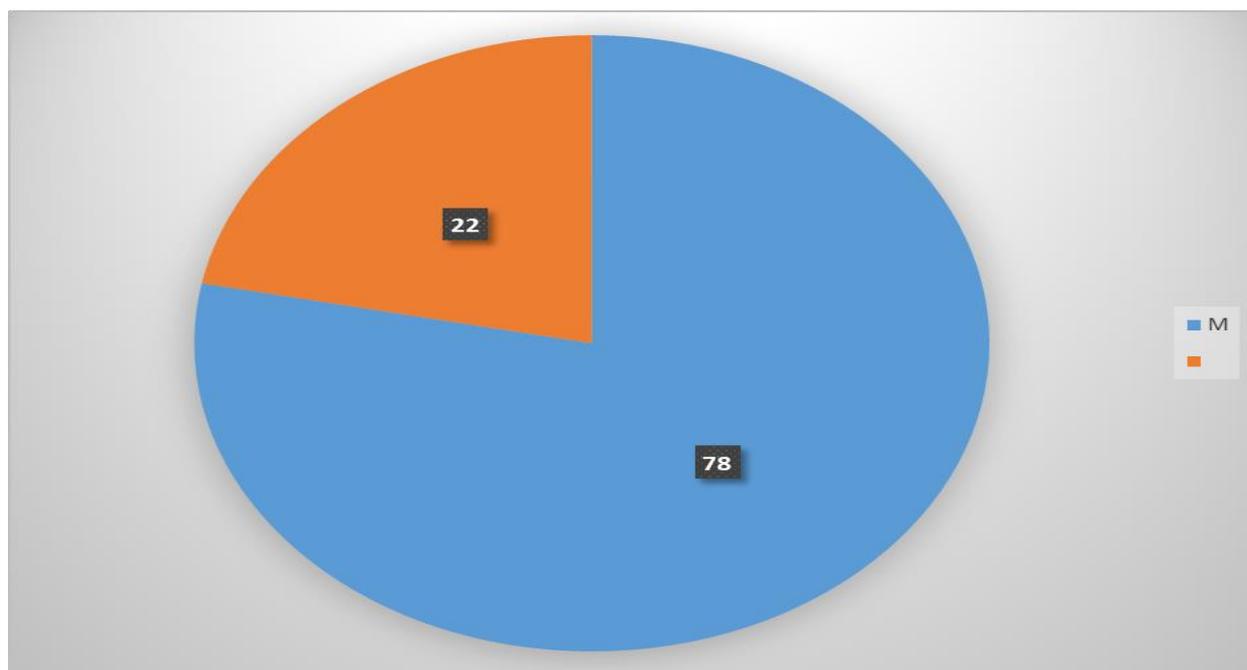


Figure 4 : Répartition des patients en fonction du sexe.

Les hommes étaient majoritairement représentés avec **78 %** des cas.

2. Données cliniques et paracliniques

Tableau 12 : Répartition des patients en fonction des antécédents médicaux

ATCD	Effectifs (n= 68)	Pourcentage
HTA	27	39,70
Diabète	13	19,12
Obésité	12	17,65
Cardiopathie ischémique	10	14,71
Autres	6	8,82

Autres : dyslipidémie = 1, hyperthyroïdie = 1, épigastralgie = 1, CMD = 1, tabac =2.

Les antécédents et les facteurs de risque étaient dominés par l'hypertension artérielle et le diabète avec respectivement **39,70%** et **19,12%**.

Tableau 13 : Répartition des patients en fonction du traitement en cours.

Classe des médicaments	Nombres (n = 75)	Pourcentage
IEC/ARA II	24	32,0
Beta bloquants	20	26,67
Calciums bloqueurs non bradycardisants	12	16,0
AAS	8	10,66
Statines	6	8,0
Anti arythmiques	2	2,67
Calciums bloqueurs bradycardisants	2	2,67
Molsidomine	1	1,33

Trente-deux pourcent (**32%**) de nos patients étaient sous **IEC/ARA II** contre **26,67 %** sous beta bloqueur.

Tableau 14 : Répartition des patients en fonction des indications de l'EE.

Indications de l'EE	Effectifs (n = 97)	Pourcentage
Douleur thoracique	45	46,39
Détection d'ischémie	11	11,34
Palpitation	9	9,28
Bilan de sport	7	7,22
Dyspnée d'effort	7	7,22
Trouble de la repolarisation	6	6,19
Evaluation ESV	4	4,12
Insuffisance chronotrope	3	3,09
Syncope	3	3,09
Autres	2	2,06

Autres : période réfractaire accessoire=1, évaluation de la fonction ventriculaire = 1

La douleur thoracique était la principale indication avec **46,39 %** des cas.

Tableau 15 : Répartition des patients en fonction de la fréquence de repos

Fréquence cardiaque (bpm/mn)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
55 – 64	9	9,38
65 – 74	9	9,38
75 – 84	32	33,33
85 – 94	27	28,12
≥ 95	19	19,79

La FC de repos de nos patients variait majoritairement entre **75 – 94 bpm, soit 61,45 %**.

Tableau 16 : Répartition des patients en fonction de la pression artérielle systolique de repos.

PAS (mmHg)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
< 120	33	34,38
120 – 129	23	23,96
130 – 139	17	17,71
≥ 140	23	23,95

Plus de $\frac{3}{4}$ (**76,05 %**) de nos patients avaient une PAS de repos < 140 mmHg.

Tableau 17 : Répartition des patients en fonction de la pression artérielle diastolique de repos.

PAD (mmHg)	Effectifs (n= 96)	Pourcentage
< 80	30	31,25
80 – 84	49	51,04
85 – 89	4	4,17
≥ 90	13	13,54

La majorité de nos patients (**86,46 %**) avaient une PAD de repos < 90 mmHg.

Tableau 18 : Répartition des patients en fonction des signes électriques de repos

Anomalies électriques de repos	Effectifs (n = 32)	Pourcentage
Trouble de la repolarisation	15	46,87
ESV	7	21,88
BBD	6	18,75
Autres	4	12,50

Autres : onde Q antérieur = 1, WPW = 1, bradycardie sinusale = 1, BBG = 1

Les troubles de la repolarisation dominaient les anomalies électriques de repos avec **46,87 %** des cas.

Tableau 19 : Répartition des patients en fonction de la fréquence cardiaque maximale théorique (FMT)

FMT (bpm/mn)	Effectifs (n=96)	Pourcentage
105 – 126	18	18,8
127 – 148	7	7,3
149 – 170	22	22,9
171 – 192	32	33,3
≥ 193	17	17,7

Pus de la moitié de nos patients, soit **60,2 %**, avaient une FC max entre **149 - 192 bpm**.

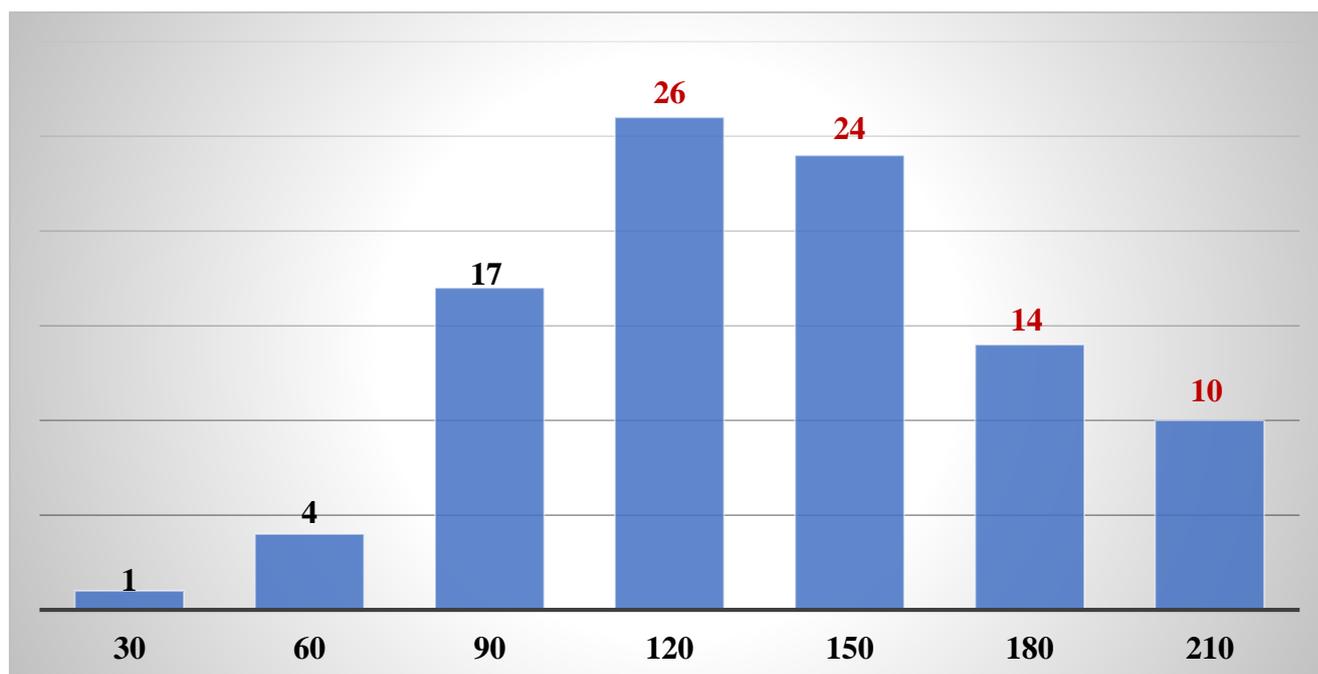


Figure 5 : Répartition des patients en fonction des charges atteints.

A peu près $\frac{3}{4}$ (**74**) de nos patients avaient atteint ou dépassé le palier 4 soit **77,1%**. Correspondant à une charge supérieur ou égale à 120 Watts.

Tableau 20 : Répartition des patients en fonction de la Pression artérielle systolique max à l'effort

PAS (mmHg)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
110 – 139	5	5,21
140 – 169	20	20,83
170 – 199	38	39,58
200 – 229	26	27,03
≥ 230	7	7,29

Au cours de l'effort, **66,61%** de nos patients avaient une PAS max entre **170 – 229 mmHg**.

Tableau 21 : Répartition des patients en fonction de la Pression artérielle diastolique max à l'effort.

PAD (mmHg)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
70 – 79	5	5,21
80 – 89	21	21,87
90 – 99	28	29,17
100 – 109	27	28,12
≥ 110	15	15,63

La **PAD** max au cours de l'effort variait entre **90 – 109 mmHg** dans plus de la moitié des cas, soit **57,29%**.

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 22 : Répartition des patients en fonction du pourcentage de la fréquence maximale théorique atteinte.

% FMT	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
< 85	30	31,25
85 – 99	47	48,96
≥ 100	19	19,79

La majorité (**68,75%**) de nos patients avait atteint **85% et plus** de leur FMT.

Tableau 23 : Répartition des patients en fonction des signes électriques à l'EE

Anomalies électriques à l'effort	Effectifs (n = 40)	Pourcentage
ESV	21	52,5
Sous décalage ST	12	30
ESSV	5	12,5
Onde T inversion	2	5

L'**ESV** et le **sous décalage du segment ST** étaient les anomalies électriques d'effort les plus représentées avec respectivement **52,5%** et **30%** des cas.

Tableau 24 : Répartition des patients en fonction de la durée des EE.

Temps (mn)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
2 – 6	11	11,46
7 – 11	33	34,38
12 – 16	39	40,62
17 – 21	11	11,46
≥ 22	2	2,08

La majorité de nos patients (**72**), **soit 75 %** avait réalisé l'EE entre **7 – 16 mn**.

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 25 : Répartition des patients en fonction des critères d'arrêt de l'EE.

Critères d'arrêt	Effectifs (n=102)	Pourcentage
Epuisement	49	48,04
Douleur de la jambe	31	30,39
FC cible	7	6,86
Dyspnée d'effort	6	5,88
Anomalie de la PA	3	2,94
Douleur thoracique	2	1,96
Palpitation	2	1,96
Autres	2	1,96

Autres : ESV Fréquent = 1, Malaise vagale = 1

L'épuisement et la douleur de la jambe étaient les principaux critères d'arrêt avec respectivement **48,04%** et **30,39%** des cas.

Tableau 26 : Répartition des patients en fonction du temps de récupération.

Temps (mn)	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
< 3	3	3,12
3 – 4	24	25,00
≥ 5	69	71,88

Soixante-neuf (**69**) patients, soit **71,88%**, avaient un temps de récupération supérieur ou égal à **5 mn**.

Tableau 27 : Répartition des patients en fonction des résultats de l'EE.

Résultat de l'EE	Effectifs (n = 96)	Pourcentage
Positif	18	18,75
Normal	58	60,42
Litige	15	15,62
Non interprétable	5	5,21

L'EE était considérée positive dans **18,75 %** des cas.

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Tableau 28 : Relation entre les résultats et les indications

Indication	Résultats				Total
	Positive	Litigieux	Non interprétable	Normal	
Douleur thoracique	10 (22,22%)	9 (20%)	1 (2,22%)	25 (55,56)	45 (100%)
Détection d'ischémie	3 (18,75%)	2 (12,25%)	-	11 (68,75%)	16 (100%)
Palpitation	3 (33,33%)	-	-	6 (66,67%)	9 (100%)
Bilan de sport	-	-	1 (14,29%)	6 (85,71%)	7 (100%)
Trouble de repolarisation	1 (16,67%)	1 (16,67%)	-	4 (66,67%)	6 (100%)
Dyspnée d'effort	-	1 (14,29%)	2 (28,57%)	4 (57,14%)	7 (100%)
Insuffisance chronotrope	-	-	-	3 (100%)	3 (100%)
Bilan de syncope	-	1 (33,33%)	-	2 (66,67%)	3 (100%)
Evaluation ESV	1 (25%)	-	1 (25%)	2 (50%)	4 (100%)
Autres	-	1 (50%)	1 (50%)	-	2 (100%)

Une coronaropathie était suspectée chez 22,37% de nos patients en cas de douleur thoracique, 18,75% pour la détection d'ischémie, 33,33% pour palpitations et 16,67% en de trouble de la repolarisation) et litigieuse chez 17,91% autres.

L'exploration avait permis d'éliminer une insuffisance chronotrope dans 100%. Elle était normale dans 85,71% pour bilan de sport. Un quart des ESV avait été étiquette maligne lorsqu'il s'agissait de l'évaluation des ESV. Par ailleurs, l'épreuve d'effort n'était concluante pour bilan de syncope et de dyspnée

VI. Commentaires et discussion

Notre étude avait porté sur 96 patients ayant réalisés l'épreuve d'effort au cabinet médical « TOUCAM » de Kati.

Une première au Mali, notre étude comporte certaines limites :

- Le caractère rétrospectif de notre étude avec le manque de certaines données ;
- L'impossibilité de réaliser la coronarographie chez la grande majorité de nos cas positifs pour indication de douleur thoracique afin d'apprécier la concordance entre les deux examens ;
- La non mesure directe du VO_2 max dans les indications de bilan sportif.

Malgré ces limites, nous sommes parvenus à des résultats qui ont suscité des commentaires et discussion.

Ainsi :

Dans notre étude la moyenne d'âge était de 44,42 ans \pm 15,69. Ce résultat est non loin des 49 \pm 10,8 ans de Joël Bamouni au Burkina Faso [5], des 47,24 ans de Tahirou au Niger [69] et des 49,9 \pm 11,42 ans de COULIBALY en Côte d'Ivoire [70]. Cette légère différence pourrait s'expliquer par nos extrêmes d'âge, 7 et 79 ans dans notre série contre 13 et 73 ans au Burkina Faso.

Les hommes représentaient 78 % de notre échantillon, soit un sex ratio de 3,5. Cette prédominance masculine était soulignée par d'autres auteurs avec 75,8% pour Aw [4], 87,2% pour COULIBALY [70] et 57 % pour Tahirou [69].

Les principaux antécédents et facteurs de risque chez nos patients était dominés par l'hypertension artérielle et le diabète avec respectivement 39,70 % et 19,12 %. Pour Joël Bamouni [5], il s'agissait de l'HTA et la dyslipidémie avec 38% et 16% respectifs. La faible proportion de la dyslipidémie dans notre série s'expliquerait en partie par l'accessibilité de nos patients à cette analyse.

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Parmi les classes thérapeutiques prescrites 32% étaient IEC/ARAII et 26,67% étaient un bêtabloqueur. Ce résultat est superposable à ceux de la littérature mais avec des proportions différentes [5, 70]. L'importance de ces classes thérapeutiques s'expliquerait par le fait que l'épreuve d'effort concerne principalement dans notre contexte les patients coronariens ou avec suspicion de coronaropathie.

Dans notre étude, l'indication de l'EE était dominée par la douleur thoracique qu'elle soit typique ou atypique de coronaropathies avec 46,39 % des cas. Le même constat avait été fait par Coulibaly [70] mais avec une proportion inférieure à la nôtre, 30,40 %. La recherche d'une insuffisance coronarienne concernait 11,34 % de nos patients contre 18,24 % pour Coulibaly [70]. Il s'agit là des premières indications de l'épreuve d'effort donc les plus connues des praticiens.

Selon les paramètres de repos, dans notre série, la moyenne de la FC de repos était de $83,8 \pm 11,81$ bpm avec des extrêmes de 55 et 105 bpm. Si ce résultat est proche de celui de Joël Bamouni [5] avec 89 ± 14 bpm, il est par contre supérieur à celui de Coulibaly [70], $73,48 \pm 15,38$ bpm. Cette différence pourrait être liée non seulement au fait que l'étude de Coulibaly s'intéressait uniquement aux adultes contrairement au nôtre mais aussi à la petite taille de notre étude.

La moyenne de la FMT était de $164,57$ bpm $\pm 28,48$ avec des extrêmes de 105 et 213 bpm. Ce résultat est supérieur à celui de Joël Bamouni [5] qui trouvait 157 ± 18 bpm (113 et 190 bpm), et inférieur à celui de Coulibaly [70] avec $170 \pm 14,09$ bpm. Ces écarts s'expliqueraient par la différence de nos méthodes de calcul de la FMT car nous avons tenu compte des trainements en cours en utilisant la formule de Brawner en cas de traitement bradycardisant.

Dans notre étude, 68,75 % de nos patients avaient atteint au moins 85 % de leur FMT, donc une EE valide. Ce taux n'était que de 43 % dans la série de Tahirou [69] au Niger où l'examen était couplé à la scintigraphie donc n'imposant pas un taux d'effort élevé. En opposition à celui (88 %) de Joël

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

Bamouni [5]. Cet état s'expliquerait en partie par le type d'ergomètre utilisé (bicycle ergométrique dans notre étude et tapis roulant de la série du Burkina Faso) car sous ergocycle le test est moins physiologique et les patients se fatiguent plus rapidement ne permettant donc pas l'atteinte de la fréquence cible [1].

La moyenne de la pression artérielle systolique (**PAS**) de repos de nos patients était de $123 \pm 15,03$ mmHg avec des extrêmes de 90 et 170 mmHg.

Celle de la PAD de repos était $78,53 \pm 8,33$ mmHg avec des extrêmes de 54 à 104 mmHg. Ces moyennes sont comparables à celles de Joël Bamouni [5] qui trouvait 129 ± 13 mmHg (100 et 160 mmHg) pour la PAS et de $83 \pm 11,4$ mmHg pour la PAD (60 et 110 mmHg)

Il existe également une similitude entre les moyennes de nos pressions artérielles maximales à l'effort. Ainsi la moyenne de la PAS maximale à l'effort dans notre série était de $184 \pm 26,8$ mmHg (extrêmes 110 et 260 mmHg) et celle de Joël Bamouni [5] était de 156 ± 21 mmHg (110 et 240 mmHg). Quant aux nos moyennes de pressions diastolique maximale, elles étaient respectivement $93,93 \pm 11,98$ mmHg (extrêmes de 70 et 120 mmHg) pour notre étude et de 101 ± 13 mmHg (extrêmes de 70 et 120 mmHg) pour la série de Joël Bamouni [5].

Les anomalies électriques de repos, dans notre série, étaient dominées par les troubles de la repolarisation et les ESV étaient les plus représentés avec respectivement 46,87 % et 21,88 % des cas. Ces anomalies à l'effort étaient principalement les ESV (52,5 %) et le sous décalage du segment ST (30 %)

Dans notre série, l'épuisement était le critère d'arrêt le plus représenté avec 48,04 % des cas. Ce résultat est inférieur à celui de Tahirou [69] qui trouvait 62%. Cette différence s'expliquerait par le fait que l'étude de Tahirou ne s'intéressait qu'aux adultes.

Dans notre série, $\frac{3}{4}$ (**75 %**) de nos patients avaient réalisés leurs EE entre 7 – 16 mn avec une moyenne 11,72 mn et des extrêmes de 2 et 28 mn. Ce

BILAN DE L'EPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

résultat est identique à celui de Joël Bamouni [5] qui a eu une moyenne de 11,7 mn. Ces résultats sont comparables aux données de la littérature. Toutes les recommandations s'accordent à dire que la durée idéale de l'effort doit se situer entre 8 et 15 mn. En dessous de 8 mn la sollicitation myocardique est rarement suffisante, le facteur limitant étant la musculature périphérique. S'il dure plus de 15 mn, c'est surtout la capacité d'endurance qui est testée. Dans les deux cas, la sensibilité du test pour la détection de l'ischémie est diminuée [66].

Dans notre série, l'EE était globalement positive dans 18,75 % des cas. Cependant cette proportion variait selon les indications. Ainsi :

- Pour le diagnostic de l'ischémie myocardique (douleur thoracique, détection de l'ischémie, palpitations, de trouble de la repolarisation), elle atteignait 22,37%. Cette proportion n'était que de 10% pour Joël Bamouni [5] et de 67,50% pour Aw F [4]. Les différences de la taille de nos échantillons pourraient en être l'explication.
- Parmi nos cas positifs pour coronaropathie seuls 3 patients avaient pu bénéficier d'une coronarographie. Des lésions sévères avaient été mises en évidence chez 2 patients, traitées par angioplastie et pose de stent avec succès. Une suspicion de spasme était décrite chez le 3^{ème} patient. Ce résultat est inférieur à celui de Aw F [4] qui avait trouvé parmi ces cas positifs, 20 (74,07%) avaient réalisé une coronarographie dont 9 (45%) avaient des lésions coronaires significatives. Cette différence pourrait être liée aux difficultés d'accès de nos patients à cette exploration.
- Par ailleurs, l'exploration avait permis d'éliminer une insuffisance chronotrope dans 100%. Elle était normale dans 85,71% pour bilan de sport. Un quart des ESV avait été étiquette maligne lorsqu'il s'agissait de l'évaluation des ESV. En fin, l'épreuve d'effort n'était pas concluante pour bilan de syncope et de dyspnée.

Conclusion

L'épreuve d'effort est un examen utile dans le diagnostic, le suivi des pathologies cardiovasculaires et l'évaluation des performances chez les sportifs. Notre étude va contribuer à propager davantage cet examen qui reste peu connu dans notre milieu et même parmi les cardiologues.

Recommandations

Aux regards de ces résultats, nous formulons des recommandations :

❖ **Aux autorités sanitaires :**

- ✓ Doter les centres hospitaliers universitaires des matériels d'épreuve d'effort (Kati, Gabriel Touré) et les hôpitaux du district
- ✓ Améliorer les plateaux techniques des différentes structures sanitaires
- ✓ Le recrutement et la formation de personnels
- ✓ La prise en charge de l'épreuve d'effort par l'assurance maladie

❖ **Aux personnels soignants :**

- ✓ Informer et communiquer sur les pathologies cardiovasculaires en particulier les coronaropathies
- ✓ Référer à temps au cardiologue toutes les pathologies cardiovasculaires

❖ **A la SOMACAR :**

- ✓ Faciliter la collaboration et les échanges entre les cardiologues par création d'une plateforme de communication des cardiologues maliens
- ✓ Faire des plaidoyers auprès de nos autorités pour doter les structures publiques en matériel d'épreuve d'effort et sa prise en charge par l'Assurance maladie obligatoire (AMO)

Référence bibliographique

1. **Cohen-Solal A, Carré F.** Guide pratique des épreuves d'effort cardiorespiratoires. Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine) : Elsevier Masson 2009.
2. **Gibelin P, Carré F, Scarlatti D.** L'épreuve d'effort cardiorespiratoire en poche : 2019 MED-LINE
3. **Zerbib E.** Explorations radio-isotopiques dans la maladie coronarienne. EMC - Cardiologie-Angéiologie. 2012 ; 7(2) :1–10.
4. **Aw F, N'Diaye MB, M'Bow T et al.** Apport des explorations non invasives et résultat de la coronarographie dans l'angor stable au service de cardiologie du CHU Aristide le Dantec de Dakar. Revue africaine de médecine interne. Année 2019 : 27-30 vol 6 N° 2
5. **Joel BAMOUNI, Dangwé Temonna Naibe et al.** Apport de l'épreuve d'effort dans la prise en charge des cardiopathies ischémiques. Published : 12/12/2018. Pan African Medical Journal 2018 ; 31 : 229
6. Jean-Marc F, Bernard.A, Alain D, Hoffman.O : L'épreuve d'effort en cardiologie ; Edition 2009
7. **Myers J, Arena R, Franklin B, et al.** Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the american heart association. Circulation 2009 ;119 : 3144-61.
8. **Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, et al.** Part 1 : executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2010 ;122 : S640-56.
9. **Cohen-Solal A, Carré F.** Practical Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing. 1st ed. Paris : Elsevier-Masson ; 2012.

- 10. Ergul Y, Ozturk E, Ozyilmaz I, et al.** Utility of Exercise Testing and Adenosine Response for Risk Assessment in Children with Wolff-Parkinson-White Syndrome. *Congenit Heart Dis* 2015 ; 10 : 542-51.
- 11. Dargie HJ**, on behalf of the ESC Working Group on exercise physiology, physiopathology and electrocardiography. Guidelines for cardiac exercise testing. *Eur Heart J* 1993 ; 14 : 969-88.
- 12. Northridge DB, Grand S, Henderson E, Ray S, McMurray J, Dargie HJ.** A novel exercise protocol suitable for use on a treadmill or a bicycle ergometer. *Br Heart J* 1990 ; 64 : 313-6.
- 13. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al.** Exercise standards for testing and training : a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013 ;128 : 873-934.
- 14. Froelicher VF.** Exercise and the heart. 5th ed. Philadelphia : WB Saunders ; 2006.
- 15. 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 : 653-99.
- 16. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR.** Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001 ; 37 : 153-6.
- 17. Gulati M, Shaw LJ, Thisted RA, Black HR, Bairey Merz CN, Arnsdorf MF.** Heart rate response to exercise stress testing in asymptomatic women : the st. James women take heart project. *Circulation* 2010 ;122 : 130-7.
- 18. Brubaker PH, Kitzman DW.** Chronotropic incompetence : causes, consequences, and management. *Circulation* 2011 ; 123 :1010-20.
- 19. Khan MN, Pothier CE, Lauer MS.** Chronotropic incompetence as a predictor of death among patients with normal electrograms taking beta blockers (metoprolol or atenolol). *Am J Cardiol* 2005 ; 96 : 1328-33.

- 20. Pierpont GL, Adabag S, Yannopoulos D.** Pathophysiology of exercise heart rate recovery : a comprehensive analysis. *Ann Non invasive Electrocardiol* 2013 ; 18 : 107-17.
- 21. 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 : 177-84.
- 22. Sharman JE, La Gerche A.** Exercise blood pressure : clinical relevance and correct measurement. *J Hum Hypertens* 2015 ; 29 : 351-8.
- 23. Weiss SA, Blumenthal RS, Sharrett AR, Redberg RF, Mora S.** Exercise blood pressure and future cardiovascular death in asymptomatic individuals. *Circulation* 2010 ; 121 : 2109-16.
- 24. Acanfora D, De Caprio L, Cuomo S, et al.** Diagnostic value of the ratio of recovery systolic blood pressure to peak exercise systolic blood pressure for the detection of coronary artery disease. *Circulation* 1988 ; 77 : 1306-10.
- 25. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al.** 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease : the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013 ; 34 : 2949-3003.
- 26. Priori SG, Blomstrom-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 (ESC). Endorsed by : Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J* 2015 ; 36 : 2793-867.
- 27. Voss F, Schueler M, Lauterbach M, Bauer A, Katus HA, Becker R.** Safety of symptom-limited exercise testing in a big cohort of a modern ICD population. *Clin Res Cardiol* 2016 ; 105 : 53-8.

- 28. Gonzalez Corcia MC, Remy LS, Marchandise S, Moniotte S.** Exercise performance in young patients with complete atrioventricular block : the relevance of synchronous atrioventricular pacing. *Cardiol Young* 2016 ; 26 : 1066-71.
- 29. Ergul Y, Ozturk E, Ozyilmaz I, et al.** Utility of Exercise Testing and Adenosine Response for Risk Assessment in Children with Wolff-Parkinson-White Syndrome. *Congenit Heart Dis* 2015 ; 10 : 542-51.
- 30. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al.** 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2017 ; 38 : 2739-91.
- 31. Garber CE, Monteiro R, Patterson RB, Braun CM, Lamont LS.** A comparison of treadmill and arm-leg ergometry exercise testing for assessing exercise capacity in patients with peripheral arterial disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2006 ; 26 : 297-303.
- 32. Wasserman K, Hansen J, Sietsema K, et al.** Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. 4th ed. Philadelphia : Lippincott, Williams and Wilkins ; 2005.
- 33. Cohen-Solal A, Tabet JY, Logeart D, Bourgoin P, Tokmakova M, Dahan M.** A non-invasively determined surrogate of cardiac power ('circulatory power') at peak exercise is a powerful prognostic factor in chronic heart failure. *Eur Heart J* 2002 ; 23 : 806-14.
- 34. Myers J, Arena R, Cahalin LP, Labate V, Guazzi M.** Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. *Curr Probl Cardiol* 2015 ; 40 : 322-72.
- 35. Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, et al.** 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014 ; 35 : 2733-79.

- 36.Olivotto I, Maron BJ, Monteregegi A, Mazzuoli F, Dolara A, Cecchi F.** Prognostic value of systemic blood pressure response during exercise in a community-based patient population with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1999 ; 33 : 2044-51.
- 37.Monserrat L, Elliott PM, Gimeno JR, Sharma S, Penas-Lado M, McKenna WJ.** Non-sustained ventricular tachycardia in hypertrophic cardiomyopathy: an independent marker of sudden death risk in young patients. *J Am Coll Cardiol* 2003 ; 42 : 873-9.
- 38.Galie N, Humbert M, Vachiery JL, 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.
- 39.Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, et al.** Measurement and interpretation of the ankle-brachial index : a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012 ; 126 : 2890-909.
- 40.Murphy TP, Cutlip DE, Regensteiner JG, et al.** Supervised exercise, stent revascularization, or medical therapy for claudication due to aortoiliac peripheral artery disease: the CLEVER study. *J Am Coll Cardiol* 2015 ; 65 : 999-1009.
- 41.Miller TD, Christian TF, Allison TG, Squires RW, Hodge DO, Gibbons RJ.** Is rest or exercise hypertension a cause of a false-positive exercise test ? *Chest* 2000 ; 117 : 226-32.
- 42.Marwick TH, Torelli J, Harjai K, et al.** Influence of left ventricular hypertrophy on detection of coronary artery disease using exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1995 ; 26 : 1180-6.

- 43. Cosson E, Paycha F, Paries J, et al.** Detecting silent coronary stenoses and stratifying cardiac risk in patients with diabetes : ECG stress test or exercise myocardial scintigraphy? *Diabet Med* 2004 ; 21 : 342-8.
- 44. Zafrir B, Azencot M, Dobrecky-Mery I, Lewis BS, Flugelman MY, Halon DA.** Resting heart rate and measures of effort-related cardiac autonomic dysfunction predict cardiovascular events in asymptomatic type 2 diabetes. *Eur J Prev Cardiol* 2016 ; 23 : 1298-306.
- 45. Societe Francaise d'Anesthesie et de Reanimation, Societe Francaise de Cardiologie.** [Perioperative assessment of cardiac risk patient in non-cardiac surgery]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011 ; 30 : 5-29.
- 46. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ.** 2016 Focused Update : Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation* 2016 ; 133 : 694-711.
- 47. Gulati M, Black HR, Shaw LJ, et al.** The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women. *N Engl J Med* 2005 ; 353 : 468-75.
- 48. Mieres JH, Shaw LJ, Arai A, et al.** Role of noninvasive testing in the clinical evaluation of women with suspected coronary artery disease: Consensus statement from the Cardiac Imaging Committee, Council on Clinical Cardiology, and the Cardiovascular Imaging and Intervention Committee, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, American Heart Association. *Circulation* 2005 ; 111 : 682-96.
- 49. Borjesson M, Urhausen A, Koudi E, et al.** Cardiovascular evaluation of middle-aged/ senior individuals engaged in leisure-time sport activities : position stand from the sections of exercise physiology and sports cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011 ; 18 : 446-58.

- 50.Lauer M, Froelicher ES, Williams M, Kligfield P.** Exercise testing in asymptomatic adults : a statement for professionals from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 2005 ; 112 : 771-6.
- 51.Paridon SM, Alpert BS, Boas SR, et al.** Clinical stress testing in the pediatric age group : a statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Disease in the Young, Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth. *Circulation* 2006 ; 113 : 1905-20.
- 52.Kempny A, Dimopoulos K, Uebing A, et al.** Reference values for exercise limitations among adults with congenital heart disease. Relation to activities of daily life--single centre experience and review of published data. *Eur Heart J* 2012 ; 33 : 1386-96.
- 53.Monpere C, Desveaux B, Vernochet P, Quilliet N, Brochier M.** False positive of the exercise test and right auricular hypertrophy]. *Ann Cardiol Angeiol (Paris)* 1987 ; 36 : 249-53.
- 54.Kligfield P.** Principles of simple heart rate adjustment of ST segment depression during exercise electrocardiography. *Cardiol J* 2008 ; 15 : 194-200.
- 55.Marcadet DM, Aubry P, Zouiouèche S, Courau-Delage F, Guérot C, Valère PE.** Signification et pronostic du sus-décalage de ST à l'effort en dehors de l'infarctus. À propos de 9 cas. *Inf Cardiol* 1985;9:387-92.
- 56.Cantor A, Goldfarb B, Aszodi A, Battler A.** QRS prolongation measured by a new computerized method : a sensitive marker for detecting exercise-induced ischemia. *Cardiology* 1997 ; 88 : 446-52.
- 57.Marcadet DM, Genet P, Assayag P, Valere PE.** Significance of exercise-induced left hemiblock. *Am J Cardiol* 1990 ; 66 : 1390-2.
- 58.Michaelides AP, Furlas CA, Giannopoulos N, et al.** Significance of QRS

duration changes in the evaluation of ST-segment depression presenting exclusively during the postexercise recovery period. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2006 ; 11 : 241-6.

- 59.** Turagam MK, Flaker GC, Velagapudi P, Vadali S, Alpert MA. Atrial Fibrillation In Athletes: Pathophysiology, Clinical Presentation, Evaluation and Management. *J Atr Fibrillation* 2015 ; 8 : 1309.
- 60.** Lee V, Perera D, Lambiase P. Prognostic significance of exercise-induced premature ventricular complexes : a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Heart Asia* 2017 ; 9 : 14-24.
- 61.** Marcadet DM, Genet P, Angotti JF, Assayag P, Guerot C, Valere PE. [Significance of exercise-induced arrhythmias]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1988 ; 81 : 947-54.
- 62.** Bounhoure JP, Donzeau JP, Doazan JP, et al. [Complete bundle branch block during exercise test. Clinical and coronary angiographic data]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1991 ; 84 : 167-71.
- 63.** Bory M, Karila P, Sainsous J, et al. [Simultaneous appearance of precordial pain and effort- induced left bundle branch block. A study of 6 patients with normal coronary angiography]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1985 ; 78 :1326-31.
- 64.** Ashley EA, Myers J, Froelicher V. Exercise testing in clinical medicine. *Lancet* 2000 ; 356 : 1592
- 65.** Marcadet D-M. Électrocardiogramme d'effort. *EMC - Cardiologie - Angéiologie*. 2004 ; 1 (4) : 281–309. **Google Scholar**
- 66.** Weber R. Détection de l'ischémie myocardique par l'ergométrie conventionnelle. *Médecine Hygiène*. 1999 ; 57 (2258) : 1190–7.
- 67.** Wiel E, Assez N, Goldstein P. Stratégie de prise en charge des syndromes coronariens aigus. *EMC - Médecine Urgence*. 2012 ; 7 (4) : 1–1.

68. Levy F, Fayad N, Jeu A, et al. The value of cardiopulmonary exercise testing in individuals with apparently asymptomatic severe aortic stenosis: a pilot study. Arch Cardiovasc Dis 2014 ;107 : 519-28.

69. Tahirou I, Moussa IDJ, Ada A et al. Analyse des résultats préliminaires de scintigraphie myocardique réalisée à l'institut des radio-isotopes (IRI) du Niger. À propos de 37 cas. Médecine Nucl. 2012 ; 36 (10) : 591–9.

Google Scholar

70. Coulibaly I, Niguel et al. Analyse rétrospective de la fréquence cardiaque de récupération au cours des EE réalisées au service des explorations externes de l'Institut de Cardiologie d'Abidjan

Résumé

Introduction

L'épreuve d'effort (sur tapis roulant ou sur bicyclette ergométrique) est un examen clé en cardiologie pour le diagnostic de l'ischémie myocardique, pour l'évaluation clinique des autres cardiopathies et de la capacité fonctionnelle d'un individu en général (sportif).

Cette exploration n'est qu'à ses débuts dans notre pays contrairement aux autres pays de la sous-région.

L'absence de données au Mali a motivé ce travail, dont l'objectif était de faire un bilan de cette activité en termes d'indications et de son apport diagnostique en milieu cardiologique malien.

Matériels et méthodes : il s'agissait d'une étude rétrospective, descriptive effectuée à partir de l'analyse des comptes rendus de l'épreuve d'efforts sur une période de 78 mois.

Mots clés : Evaluation Epreuve d'effort ergométrique, protocole de STEEP modifié

Résultats :

Durant la période d'étude nous avons enregistré 96 patients ayant réalisés une épreuve d'effort sur bicyclette ergométrique. L'âge moyen de nos était de $44,42 \pm 15,68$ ans. Le sexe masculin était dominant avec 78%. Trente-neuf virgule sept pourcent de nos patients avaient un antécédent d'hypertension artérielle. Trente-deux pourcent et 20,67% de nos patients étaient respectivement sous inhibiteurs de l'enzyme de conversion/ antagonistes des récepteurs d'angiotensine et bêtabloquants. La douleur thoracique était la principale indication avec 46,39%. Le protocole utilisé était celui de STEEP modifié. L'épreuve d'effort était maquillée pour 12 patients. La majorité de nos patients (68,75%) avait atteint au

BILAN DE L'ÉPREUVE D'EFFORT AU CABINET MEDICAL TOUCAM DE KATI

moins 85% de leur fréquence maximale théorique. L'examen avait été arrêté principalement pour épuisement (48,04%). La durée moyenne était de $11,72 \pm 4,36$ mn. L'épreuve d'effort était considérée comme positive dans 18,75% et litigieuse dans 15,62% de. Parmi ces cas positifs, la suspicion d'une coronaropathie représentait 94,44%.

Conclusion : l'épreuve d'effort est un examen utile dans le diagnostic, le suivi des pathologies cardiovasculaires et l'évaluation des performances chez les sportifs