

2m 11.3498.2

Université de Montréal

Évaluation des aptitudes musculosquelettiques chez les patients coronariens

par

Geneviève Guénette

Département de kinésiologie

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc)
en sciences de l'activité physique

Novembre 2006

©, Geneviève Guénette, 2006



6V

201

U54

2007

V.006

Direction des bibliothèques

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Évaluation des aptitudes musculosquelettiques
chez les patients coronariens**

présenté par :
Geneviève Guénette

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Laurent Bosquet
Président-rapporteur

Louise Béliveau
Directeur de recherche

Jacinthe Hovington
Codirecteur

Martin Juneau
Membre du jury

Mémoire accepté le:

Résumé

Évaluation des aptitudes musculosquelettiques chez les sujets coronariens

BUT: Afin d'évaluer la pertinence de l'utilisation des tests proposés par le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » de la Société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE) chez des sujets avec maladie coronarienne athérosclérotique (MCAS) stable, comparer : 1) les paramètres cardiaques mesurés lors des tests musculosquelettiques chez des sujets avec et sans MCAS; 2) ces paramètres à ceux mesurés lors d'une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant et 3) la performance aux tests de la SCPE des sujets avec et sans MCAS. **MÉTHODE:** Trente sujets sans MCAS et 26 avec MCAS stable, âgés entre 45 et 69 ans, ont exécuté 4 tests musculosquelettiques proposés par la SCPE afin d'évaluer la flexibilité, la force et l'endurance musculaires. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus lors d'une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Un électrocardiogramme, la fréquence cardiaque (FC) et la pression artérielle (PA) ont été mesurés avant, pendant et après chaque test. **RÉSULTATS:** Aucun symptôme d'angine ou arythmie significative n'ont été observés pendant les tests musculosquelettiques bien que 3 sujets aient présenté un sous-décalage du segment ST. Ces trois sujets avaient aussi présenté un sous-décalage à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. La FC, la PA systolique (PAS) et le double-produit (DP) sont significativement plus élevés à l'épreuve d'effort maximal sur tapis que lors des tests musculosquelettiques dans les deux groupes de sujets ($p < 0,0001$). La PA diastolique (PAD) et le DP moyen lors des quatre tests de la SCPE sont significativement plus élevés dans le groupe témoin ($p < 0,05$), possiblement en lien avec une médication différente. La performance des sujets coronariens aux tests de la SCPE est comparable à celle des sujets témoins. **CONCLUSION :** Ces résultats suggèrent que les tests musculosquelettiques de la SCPE peuvent être effectués de façon sécuritaire chez des patients coronariens stables ayant réalisé une épreuve d'effort maximal normale sur tapis roulant. Les grilles d'interprétation proposées par la SCPE peuvent être aussi utilisées pour les patients coronariens.

Mots-clés:

Réadaptation cardiaque, entraînement musculaire, test, sécurité, électrocardiogramme, fréquence cardiaque, pression artérielle, double-produit.

Abstract

Response of patients with coronary artery disease to muscular testing

PURPOSE: To assess the relevance of muscular testing from «The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal» published by the Canadian Society of Exercise Physiology (CSEP) in stable coronary artery disease (CAD) patients: 1) Compare hemodynamic response to muscular testing of patients with and without CAD; 2) Compare to the response to a maximal graded exercise test and 3) Compare muscular testing score of CAD and nonCAD patients. **METHOD:** Thirty subjects without and twenty-six with CAD between 45 and 69 years old performed 4 muscular tests from CSEP, designed to evaluate flexibility, muscular strength and endurance. Results were compared to those obtained during a graded exercise test on treadmill. Electrocardiographic tracing was recorded and heart rate, systolic and diastolic blood pressure and rate pressure product were noted after each test. **RESULTS:** No angina or significant arrhythmia were noted during muscular testing but 3 subjects had ST-segment depression. Those subjects also had ST-segment depression during maximal graded exercise test. Heart rate, systolic pressure and rate pressure product were significantly higher for the maximal graded exercise test than for all muscular tests for both groups of subjects ($p < 0,0001$). Diastolic blood pressure and rate pressure product for muscular testing were higher for nonCAD subjects than for CAD subjects ($p < 0,05$), possibly in line with medication use in CAD patients. Scores of CAD subjects for muscular testing were similar to those of nonCAD subjects. **CONCLUSION:** These results suggest that CSEP muscular testing are secure for stable CAD patients who previously had a normal maximal graded exercise test. The CAD patients score for each test can be interpreted using the CSPE categories.

Key words:

Cardiac rehabilitation, resistance training, testing, safety, electrocardiogram, heart rate, blood pressure, rate pressure product.

Table des matières

Page titre.....	i
Page d'identification du jury.....	ii
Résumé et mots clés.....	iii
Abstract and key words.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des sigles et des abréviations.....	ix
Remerciements.....	x
Introduction générale.....	1
Partie 1 Recension des écrits.....	2
1.1 Les maladies cardiovasculaires (MCV).....	3
1.2 Les programmes de réadaptation cardiovasculaire.....	4
1.3 L'exercice comme outil de réadaptation.....	5
1.3.1 Les exercices cardiorespiratoires.....	8
1.3.2 Les exercices musculaires.....	18
1.3.3 La flexibilité.....	30
1.4 Évaluation de la condition physique.....	32
1.4.1 Pertinence de l'évaluation de la condition physique chez les sujets sans MCAS.....	32
1.4.2 Protocole d'évaluation pour les sujets sans MCAS.....	34
1.4.3 Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets sans MCAS.....	38
1.4.4 Pertinence de l'évaluation de la condition physique chez les sujets avec MCAS.....	39
1.4.5 Protocole d'évaluation pour les sujets avec MCAS.....	41
1.5 Conclusion.....	61
Partie 2 Projet de recherche.....	62
2.1 Titre, buts et hypothèses.....	63
2.2 Méthodologie.....	64
2.2.1 Sujets.....	64
2.2.2 Protocole.....	66
2.2.3 Analyses statistiques.....	69
2.3 Résultats.....	71
2.3.1 Paramètres hémodynamiques.....	72
2.3.2 Perception de l'effort.....	74
2.3.3 Performance aux tests.....	74
2.3.4 Corrélation entre les résultats et les paramètres hémodynamiques.....	76

2.4 Discussion	78
2.4.1 Tests utilisés.....	78
2.4.2 Mesures effectuées.....	78
2.4.3 Comparaison entre les groupes.....	79
2.4.4 Comparaison entre les conditions.....	82
2.4.5 Biais possibles.....	86
2.5 Conclusion	88
Conclusion générale	90
Références	92

Liste des tableaux

Recension des écrits

	Page
Tableau 1. Échelle de perception d'effort	15
Tableau 2. Contre-indications à la participation à un programme d'exercice en réadaptation cardiaque	16
Tableau 3. Recommandations pour la pratique d'exercice aérobic chez les sujets sans MCAS	17
Tableau 4. Recommandations pour la pratique d'exercice aérobic chez les sujets avec MCAS	17
Tableau 5. Recommandations pour la pratique d'exercice musculaire chez les sujets sans MCAS	26
Tableau 6. Recommandations pour la pratique d'exercice musculaire chez les sujets avec MCAS	29
Tableau 7. Description du Senior Fitness Test	37
Tableau 8. Variation des paramètres hémodynamiques lors du test de force de préhension	50
Tableau 9. Variation des paramètres hémodynamiques observés lors des tests et des séances d'entraînement en mode aérobic et musculaire chez les individus coronariens	54
Tableau 10. Variation des paramètres hémodynamiques lors de l'évaluation de la force et de l'endurance musculaires	56

Projet de recherche

Tableau 1. Caractéristiques des sujets	65
Tableau 2. Diagnostic des sujets MCAS	65
Tableau 3. Médication prise par les sujets	66
Tableau 4. Tests musculosquelettiques effectués	68
Tableau 5. Mesures effectuées lors de l'évaluation musculosquelettique	69
Tableau 6. Valeurs de repos	71
Tableau 7. Comparaison des groupes et des conditions selon les paramètres hémodynamiques	73
Tableau 8. Classement des sujets	76

Liste des figures

Recension des écrits

Page

Figure 1. Effets potentiellement cardioprotecteurs de la pratique régulière d'activité physique

7

Projet de recherche

Figure 1. Performance des sujets au test de force de préhension

75

Figure 2. Performance des sujets au test d'extensions des bras

75

Figure 3. Performance des sujets au test de flexibilité

75

Figure 4. Performance des sujets au test de redressements assis

76

Liste des sigles et des abréviations

AACVPR : *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*

ACSM : *American College of Sport Medicine*

AHA : *American Heart Association*

AVQ : Activité de la vie quotidienne

CMV : Contraction maximale volontaire

DP : Double produit

ECG : Électrocardiogramme

FC : Fréquence cardiaque

FCR : Fréquence cardiaque de réserve

FEVG : Fraction d'éjection du ventricule gauche

IM : Infarctus du myocarde

IMC : Indice de masse corporelle

MCAS : Maladie coronarienne athérosclérotique

MCV : Maladie cardiovasculaire

MET : Équivalent métabolique (*Metabolic equivalent*)

MVO₂ : Consommation d'oxygène au myocarde

NSCA : *National Strength and Conditioning Association*

OMS : Organisation mondiale de la santé

PA : Pression artérielle

PAD : Pression artérielle diastolique

PAS : Pression artérielle systolique

Q_c : Débit cardiaque

RAP : Redressements assis partiels

RM : Répétition maximale

SCPE : Société canadienne de physiologie de l'exercice

SFT : *Senior Fitness Test*

VES : Volume d'éjection systolique

VG : Ventricule gauche

VO₂ : Consommation d'oxygène

VO₂ max: Consommation maximale d'oxygène

VO₂R : Consommation d'oxygène de réserve

Remerciements

Je termine aujourd'hui la rédaction de mon mémoire en partie grâce à plusieurs personnes qui ont contribué de près ou de loin à ce projet de maîtrise. À vous tous, je vous dis merci et je tiens à souligner que votre collaboration fut très appréciée.

Ce projet fut d'abord possible grâce à la collaboration de Martin Juneau, MD, Louise Béliveau, PhD et Jacinthe Hovington MSc.

Plus précisément, je tiens à remercier Jacinthe Hovington qui a contribué à développer mon intérêt pour la réadaptation cardiaque dans le cadre de certains cours au Baccalauréat. Jacinthe, je te remercie de m'avoir transmis une part de ta passion pour ce champ de recherche si intéressant ainsi que pour m'avoir supportée au cours des dernières années. Ton écoute, tes encouragements et tes précieux conseils m'ont beaucoup aidée dans les moments plus difficiles.

Je remercie aussi Marie Mathieu pour sa grande implication dans ce projet. Chère Marie, je te suis très reconnaissante de toute l'énergie que tu as mise dans le recrutement et l'évaluation des sujets. Sans ton aide, cette période aurait été d'autant plus laborieuse. En espérant que les années à venir te comblent dans tes projets futurs.

Sincères remerciements à Karine Tétreault biostatisticienne MHICC de l'Institut de Cardiologie de Montréal. Grâce à toi je suis arrivée à présenter et à comprendre avec davantage de rigueur les résultats statistiques de mon projet. Ta disponibilité, ta patience et ton talent furent très appréciés!

Je tiens aussi à remercier le personnel du secteur médical du centre ÉPIC. Plus précisément, merci à Lucie, Julie et Chantal qui m'ont si bien accueillie et appuyée tout au long des évaluations musculosquelettiques.

Finalement, je tiens à remercier les gens de mon entourage sur qui j'ai pu compter durant mes études universitaires. François, ton appui, ta bonne humeur et tout ton amour m'ont servi de carburant tout au long de ce projet. Je te serai toujours reconnaissante pour ces années que tu as choisies de passer à mes côtés, malgré tout... Merci à mes parents qui m'ont donné la chance de poursuivre mes études au niveau universitaire. Votre soutien inconditionnel me touche profondément. Vous êtes exceptionnels. Marie-Claude, ma confidente, mon amie et ma sœur spirituelle, j'ai beaucoup d'admiration pour toi. Je te remercie pour ton écoute et tes précieux conseils. Nous avons passé les deux dernières années à nous épauler l'une et l'autre. Je ne l'oublierai jamais.

Introduction générale

Les aptitudes musculaires telles que la force, l'endurance et la flexibilité sont requises dans les activités de la vie quotidienne. Afin de favoriser le retour à ces activités et de contrer le déconditionnement suite à une hospitalisation ou à une convalescence prolongée, les programmes de réadaptation cardiaque ont intégré des exercices musculaires aux exercices cardiovasculaires qui en faisaient traditionnellement partie. Depuis, plusieurs études ont évalué les gains en force, en endurance ou en flexibilité suite à un programme d'exercices musculaires chez une clientèle avec maladie coronarienne athérosclérotique (MCAS). Différents tests ont été utilisés pour évaluer ces aptitudes et sont régulièrement utilisés dans les centres de conditionnement physique. La Société canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE) propose d'ailleurs certains tests d'aptitudes musculaires pour une population asymptomatique dans le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie ». Ces tests permettent d'évaluer la force, l'endurance et la puissance musculaires ainsi que la flexibilité. Les protocoles suggérés par la SCPE permettent d'évaluer globalement la condition musculosquelettique des individus et d'interpréter les résultats selon le genre et l'âge. Ces tests étant couramment utilisés dans les centres de conditionnement physique, la population coronarienne qui fréquente ces centres est susceptible de les effectuer. Puisque aucune étude n'a à ce jour évalué la réponse hémodynamique de sujets coronariens à ce type d'effort, il est difficile de connaître les risques d'une telle évaluation chez un individu atteint de MCAS.

En effet, une recension des écrits scientifiques au sujet des tests musculosquelettiques utilisés auprès des patients coronariens a démontré l'absence de protocole d'évaluation globale des aptitudes musculosquelettiques et de grilles d'interprétation pour cette clientèle. Bien que les tests proposés par la SCPE s'adressent à une population non-coronarienne, la présente étude a tenté d'évaluer si cet outil est pertinent pour évaluer les aptitudes musculosquelettiques des patients coronariens à faible risque et s'il est sécuritaire pour ce type de patients qui se présente dans les centres de conditionnement physique afin de débiter un programme d'entraînement.

Partie 1 Recension des écrits

1.1 Les maladies cardiovasculaires (MCV)

Près de 8 millions de Canadiens sont atteints de maladies cardiovasculaires, ce qui représente des coûts énormes pour la société, tant en termes de soins médicaux que de coûts indirects. Selon une étude menée en 1994 par la Fondation des maladies du cœur, ces coûts sont estimés à plus de 18 milliards de dollars par année (30). En plus des effets néfastes sur le système cardiovasculaire, les MCV entraînent souvent d'autres conséquences telles que douleur chronique, arrêt de travail ou invalidité (30), pouvant affecter la vie professionnelle, sociale et personnelle, et par le fait même réduire la qualité de vie des patients. De plus, Houston et Barr (46) ont observé que 10 à 20% des patients ayant subi un infarctus du myocarde développent des symptômes de dépression dans les mois suivants, ce qui affecterait à la hausse les taux de mortalité et de morbidité.

Bien que le nombre de patients atteints de MCV demeure élevé, depuis les dernières décennies le taux de mortalité mondial associé à ces maladies a diminué (96). Cette baisse est en grande partie causée par une diminution des décès associés aux maladies coronariennes athérosclérotiques (MCAS). Par exemple, lors d'une étude effectuée à Halifax auprès de 14 130 individus admis au centre hospitalier entre 1984 et 1993, le taux d'infarctus du myocarde (IM) fatal survenu soit à l'hôpital, soit après le congé, a diminué de 6 et de 2,4% respectivement (48). Suite aux résultats obtenus, les auteurs suggèrent que le nombre de nouveaux cas et le nombre de récurrences d'IM ont diminué dans des proportions égales, phénomènes attribuables, selon eux, à des stratégies préventives (adoption de saines habitudes de vie conduisant à une réduction des facteurs de risque) et thérapeutiques (revascularisation, bêta-bloqueurs et Aspirine (ASA)) (48). De plus, les résultats de plusieurs méta-analyses suggèrent que le taux de mortalité est inférieur chez des patients qui ont participé à un programme de réadaptation cardiaque par l'exercice (94). D'après Wenger (94), ce taux de mortalité est d'autant plus bas lorsque l'enseignement de saines habitudes de vie est intégré à ces programmes. Le contrôle des facteurs de risque semble donc jouer un rôle majeur dans la prévention secondaire de la maladie coronarienne. Les programmes de réadaptation ont d'ailleurs été développés dans le but de diminuer les risques de récurrences d'un événement cardiaque par l'éducation à de saines habitudes de vie: cessation du tabac, alimentation saine et équilibrée, pratique régulière d'activité physique, gestion du stress, etc (3).

1.2 Les programmes de réadaptation cardiaque

Plusieurs facteurs favorisant le développement de la maladie cardiaque ont été identifiés à ce jour. La présence de ces facteurs permet de dépister les gens à risque de subir un premier événement cardiaque, dans le cadre de la prévention primaire, ou de dépister les patients cardiaques qui sont à risque de subir un nouvel événement, en prévention secondaire. Les principaux facteurs de risque de la MCAS sont le sexe masculin, l'âge, l'hérédité, la dyslipidémie, l'obésité, le diabète de type II, l'hypertension artérielle, la sédentarité et le tabagisme (4). D'autres facteurs récemment identifiés ont été associés à une augmentation du risque de développer l'athérosclérose : niveau élevé de lipoprotéine-A, d'homocystéine, de protéine-C réactive, de facteurs pro-thrombotiques ainsi que de microalbumine (4). Plusieurs de ces facteurs de risque sont modifiables par diverses formes de traitements médicamenteux et par l'adoption de saines habitudes de vie. Tel que mentionné précédemment, différents programmes de réadaptation cardiaque existent afin d'éduquer les patients sur l'importance de limiter les facteurs de risque et sur les moyens à utiliser pour les contrôler.

Les programmes de réadaptation cardiaque en milieu hospitalier ont vu le jour à la fin des années soixante aux États-Unis, mais se sont surtout développés au début des années soixante-dix, grâce à l'enthousiasme de médecins qui prônaient la nécessité de tels programmes auprès des patients coronariens (68). Par exemple, en Caroline du Nord un comité fut formé à l'Université de Wake Forest avec la collaboration de l'« American Heart Association » (AHA) et de la « Division of Vocational Rehabilitation Services in North Carolina ». Les patients qui recevaient leur congé de l'hôpital et ceux qui souffraient déjà de MCV pouvaient faire évaluer leur capacité maximale de travail, pour ensuite suivre un programme de réadaptation afin de favoriser leur retour sur le marché de l'emploi. Par la suite, divers programmes multidisciplinaires se sont développés progressivement, visant l'éducation des patients hospitalisés sur les différents facteurs de risque ainsi que sur les moyens pour les contrôler. L'intervention était orientée vers l'alimentation et l'initiation à l'exercice. Des professionnels se sont regroupés pour assurer un meilleur encadrement aux patients : directeur de programme, directeur médical, médecins, nutritionnistes, spécialistes de l'activité physique, infirmiers, thérapeutes en réadaptation physique, conseillers et autres. Au cours des années, plusieurs programmes semblables se sont organisés aux États-Unis ce qui a mené à la création de guides et de recommandations afin de standardiser les interventions en réadaptation cardiaque. C'est en 1983, lors de « l'Assemblée Générale de la Caroline du Nord », que des règles de certification ont été créées pour les intervenants impliqués dans les programmes de réadaptation cardiaque. Ce plan fut officiellement reconnu le 1er mars 1984

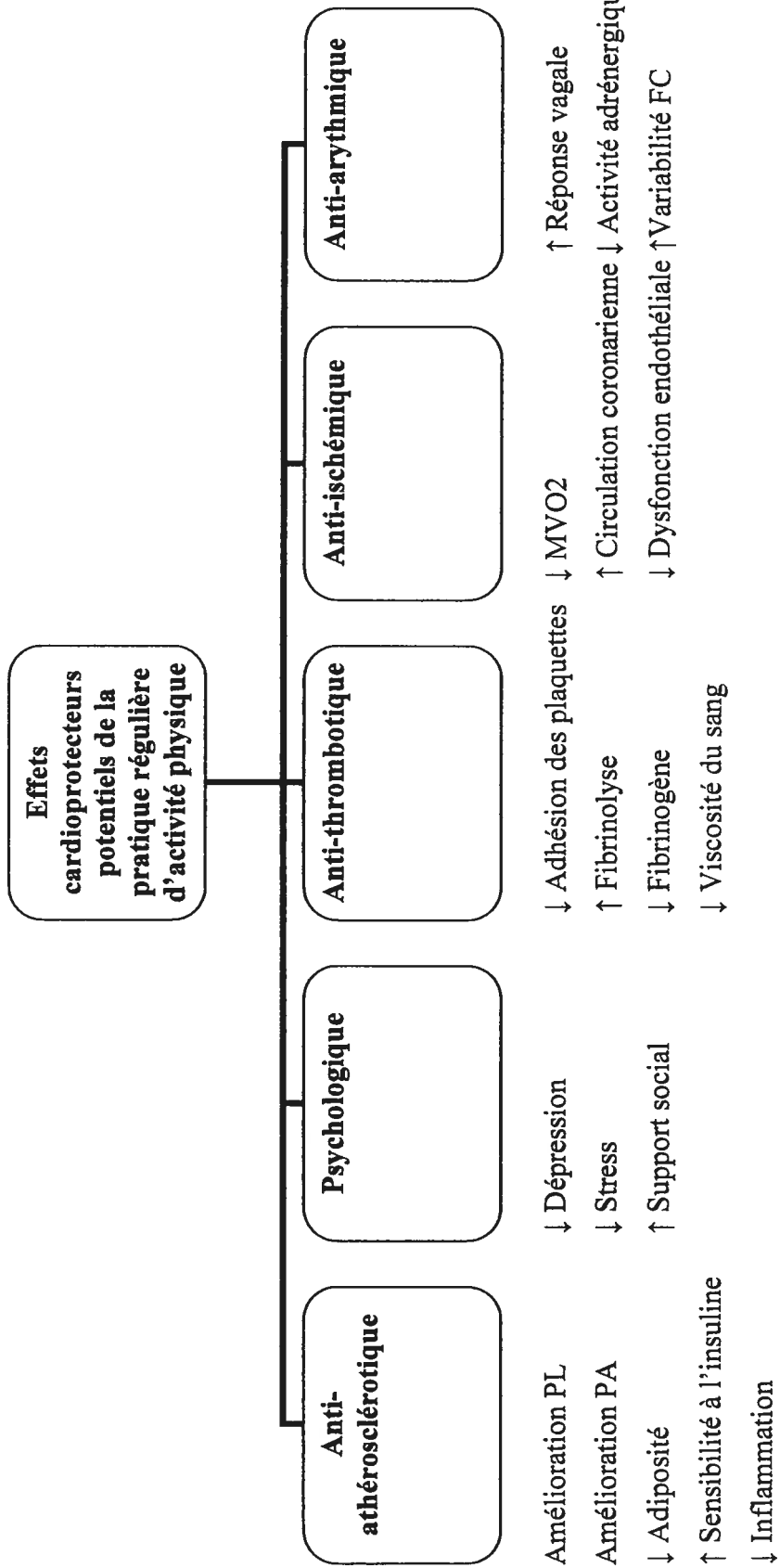
sous le nom «North Carolina Rehabilitation Plan» (68). Depuis, ce type de programme s'est étendu à travers les États-Unis et dans le monde entier, guidé par différents organismes tels que AHA, *American College of Sport Medicine* (ACSM) et *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation* (AACVPR) (46). Plus récemment, l'«Organisation Mondiale de la Santé» (OMS) a défini la réadaptation cardiaque comme étant «un ensemble de mesures ayant pour objet de rendre au malade ses capacités antérieures et même d'améliorer sa condition physique et mentale, lui permettant d'occuper une place aussi normale que possible dans la société» (96).

Les programmes de réadaptation cardiaque sont maintenant basés sur une approche multidisciplinaire et organisés d'après un modèle de stratification des risques. Les professionnels de la santé tels que médecins, infirmières, nutritionnistes, psychologues et spécialistes de l'activité physique oeuvrant au sein de ces programmes favorisent une plus grande individualisation des interventions et une meilleure adaptation aux objectifs personnels et professionnels du patient, ainsi qu'à ses besoins récréatifs (68). Enfin, l'intervention multidisciplinaire permet au patient d'initier une démarche psychosociale qui entraîne des bénéfices tels qu'une diminution de l'incidence et de la sévérité des symptômes de dépression et d'anxiété, une diminution de la pression artérielle et un taux de mortalité et de rechute plus faible deux ans après l'événement cardiaque (5).

1.3 L'exercice physique comme outil de réadaptation

En 1997, le rapport «Données Repères» de la Fondation des maladies du coeur a révélé que 25% des décès causés par une MCV en 1993 étaient attribuables à la sédentarité (30). Heureusement, la sédentarité relève directement des comportements de l'individu et est par conséquent, modifiable. La promotion de l'activité physique comme saine habitude de vie est justifiée dans un programme de réduction des facteurs de risque en raison des bienfaits physiologiques de l'exercice : augmentation des lipoprotéines de haute densité (HDL), réduction des triglycérides (TG), réduction de la pression artérielle de repos, amélioration de la tolérance au glucose, meilleur contrôle de la glycémie chez les personnes diabétiques de type II et meilleur contrôle du poids (3, 4). Plusieurs études proposent d'autres adaptations physiologiques favorables de la pratique régulière d'activité physique (Figure 1), dont diminution de la concentration des protéines-C réactives, diminution de la FC au repos, à l'exercice et en récupération, diminution de l'activation sympathique à l'exercice, réversibilité des anomalies de perfusion du myocarde, diminution des symptômes d'angine, diminution des sous-décalages du segment-ST à l'effort maximal ainsi que plusieurs bienfaits anti-thrombotiques (3, 4, 16, 41, 91). Enfin, selon certaines études, l'activité physique seule a très peu ou pas d'effet sur la cessation

du tabagisme. Par contre, l'exercice physique est intégré à des programmes complets de cessation du tabagisme au même titre que les interventions comportementales, l'éducation, le «counselling» et les traitements médicaux (4).



PL= profil lipidique; PA= pression artérielle; FC= fréquence cardiaque; MVO2= consommation d'oxygène du myocarde
 Traduit de : ACSM. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription , Seventh Edition. Lippincott Williams and Wilkins. 2006 (3)

1.3.1 Les exercices cardiorespiratoires

Définition

L'objectif des exercices de type cardiorespiratoire consiste à solliciter suffisamment le système cardiorespiratoire afin d'en améliorer ou d'en maintenir les fonctions. Ce type d'exercice peut aussi contribuer à la perte de poids en raison de la dépense énergétique élevée qu'il entraîne, et peut aider au contrôle des facteurs de risque (3, 4).

Les exercices cardiorespiratoires consistent en l'utilisation de grosses masses musculaires de façon dynamique. La capacité cardiorespiratoire, appelée aptitude aérobie, dépend à la fois de la condition des systèmes cardiovasculaire, respiratoire et musculosquelettique de l'individu. L'aptitude aérobie est d'ailleurs reliée à la santé générale de l'individu car 1) une faible condition cardiorespiratoire est associée à une augmentation des risques de mort prématurée et de MCV; 2) l'augmentation des capacités cardiorespiratoires est associée à une réduction des risques de mort de toute cause et 3) une condition cardiorespiratoire élevée est associée à un niveau plus élevé de pratique d'activité physique favorisant plusieurs bénéfices santé (3).

Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets sans MCAS

L'aptitude aérobie se mesure habituellement par la consommation maximale d'oxygène (VO_2 max), exprimée en ml/kg/min, en L/min, ou en Mets (équivalent métabolique : 1 Met = 3,5 ml/kg/min d' O_2). Au cours de l'exercice la consommation d'oxygène augmente proportionnellement avec l'intensité. À l'effort maximal, elle peut atteindre une valeur 20 fois plus élevée que la VO_2 au repos. Une meilleure condition cardiorespiratoire est représentée par une VO_2 max plus élevée. Par ailleurs, afin d'assurer un apport d'oxygène suffisant aux muscles pendant l'exercice, l'organisme doit s'ajuster par certaines adaptations centrales et périphériques. Au niveau cardiaque, l'activation du système nerveux sympathique et la diminution de l'activité du système nerveux parasympathique contribuent à ces adaptations. Ainsi, le cœur doit assurer un débit cardiaque (fréquence cardiaque (FC) x volume d'éjection systolique (VES)) suffisant. Le débit cardiaque (Q_c) passe de sa valeur de repos de 5 L/minute à 20 à 30 L/minute à l'exercice maximal, et la FC passe de 60 à 80 battements/minute au repos à des valeurs maximales autour de 200. La relation entre la consommation d'oxygène (VO_2) et la FC est linéaire jusqu'à 85-90% environ, de la VO_2 maximale.

La pression artérielle est aussi modulée pendant l'exercice par l'activation du système nerveux sympathique. À l'effort maximal, la pression artérielle systolique (PAS) augmente d'environ 10 +/- 2 mmHg par augmentation de 3,5 ml/kg/min d'O₂ consommé (4). Par conséquent, la PAS passe de 120-130 mmHg à 180 – 250 mmHg. Une chute de la PAS de 20 mmHg et plus à l'exercice peut indiquer une anomalie cardiaque et l'exercice doit être cessé. Contrairement à la PAS, la pression artérielle diastolique (PAD) ne subit que peu de changement à l'exercice. (3, 78).

En récupération, la diminution de l'activation du système sympathique et la réactivation du système parasympathique, via le nerf vague, engendrent une diminution de la FC (17). Celle-ci diminue rapidement : environ 20 à 30 battements pendant la première minute post-effort. Cette valeur est toutefois variable selon l'âge et les caractéristiques de la population étudiée. Une diminution de 12 battements ou moins lors de la première minute de récupération serait un indice de mauvais pronostic (4). De plus, suite à l'arrêt de l'exercice la FC et la demande en O₂ au myocarde demeurent encore élevées mais le retour veineux est diminué en raison de l'activité du système nerveux sympathique des régions musculaires actives et des vaisseaux sanguins encore dilatés dans ces régions malgré l'arrêt des contractions musculaires. Par conséquent, la pression artérielle post-exercice diminue sous les valeurs de repos. Dans certains cas, cette diminution peut engendrer une diminution de l'apport en O₂ au cerveau et causer une hypotension post-exercice qui peut se manifester par des étourdissements (3, 4). Cette situation est toutefois occasionnelle et temporaire et peut-être atténuée par une diminution progressive de l'intensité précédant l'arrêt complet de l'exercice.

Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets avec MCAS

Chez les patients coronariens, les valeurs hémodynamiques de repos et la réponse à l'exercice peuvent être influencées par la maladie. Suite à un IM ou en raison du déconditionnement, la FC observée à l'exercice sous-maximal ou en récupération est généralement plus élevée comparativement à celle de la population asymptomatique. L'utilisation des bêta-bloqueurs et l'incompétence chronotrope (augmentation inadéquate de la FC durant un effort qui correspond généralement à l'incapacité d'atteindre 85% +/- 2 écarts types de la FC prédite en fonction de l'âge, soit 220-âge) affectent la FC à la baisse et limitent l'interprétation des FC en réponse à l'exercice (5, 29). L'incompétence chronotrope peut être causée par certaines anomalies du nœud sinusal qui atténuent la réponse normale de la FC pendant l'effort. Elle est d'ailleurs associée à une augmentation des risques de mortalité chez les patients atteints de MCV (25).

Dans le cas où la pression artérielle est plus élevée au repos, la PAS à l'exercice est conséquemment plus élevée puisque une valeur de PAS plus élevée au repos entraînent une valeur également plus élevée à l'effort. Puisque le double-produit ($FC \times PAS$) est un indice de la demande en O₂ au myocarde, l'augmentation excessive de la PAS peut être associée à une forte demande en O₂ pour laquelle le myocarde peut éventuellement éprouver de la difficulté à répondre (4). Cette situation est donc propice à l'ischémie. Une augmentation insuffisante de la PAS (< 20 à 30 mmHg) ou la baisse de celle-ci (chute > 10mmHg) peut quant à elle résulter d'une obstruction aortique sévère, d'une dysfonction du ventricule gauche (VG), d'une ischémie myocardique ou de la prise de certains médicaments tels les bêta-bloqueurs (4, 29). Une réponse anormale de la PAS à l'effort est associée à une augmentation des risques d'événement cardiaque (19). À la suite d'un IM, par exemple des cellules contractiles peuvent être nécrosées et ne plus participer à la contraction du myocarde; la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) et le volume d'éjection systolique (VES) peuvent être diminués, ce qui peut causer une hypotension pendant un effort progressif (4).

Chez les coronariens, la diminution de la FC en récupération peut se faire plus lentement en raison de la diminution de l'activité vagale (4). D'après les résultats de Cole et collègues (17), une diminution inférieure à 10-15 battements suite à la première minute de récupération est fortement associée à une augmentation du risque de mortalité. Selon cette même étude, une récupération plus lente (< 12 battements/minute) serait observée plus fréquemment chez les sujets plus âgés, hypertendus, diabétiques, fumeurs, avec des FC de repos plus élevées ou avec présence d'onde Q à l'électrocardiogramme (ECG). De plus, tout comme chez les individus sans MCAS, la pression artérielle des patients coronariens peut chuter rapidement en récupération en raison de la diminution du retour veineux. Cette condition, en particulier si associée à la médication anti-hypertensive, favorise l'hypotension post-effort chez ce type de patient (3). L'ischémie parfois présente au repos ou à l'effort chez les coronariens et la diminution du retour veineux peuvent engendrer des conséquences telles que : le sous-décalage du segment-ST et/ou les arythmies ventriculaires (3).

Recommandations pour la pratique d'exercice aérobie chez les sujets sans MCAS

Afin d'optimiser les bienfaits générés par la pratique d'exercice tout en respectant les capacités individuelles, il est important de se conformer aux différents principes généraux d'entraînement suivants :

- La spécificité : l'adaptation à l'entraînement est spécifique aux types d'exercices effectués et aux muscles sollicités
- La surcharge : afin de favoriser des adaptations, l'organisme doit être exposé à un stimulus plus élevé

que les stimuli habituels

- La progression : l'adaptation aux stimuli s'effectue à un rythme qui est propre à l'individu et peut varier selon la condition initiale de ce dernier
- Le maintien : une surcharge minimale doit être respectée afin de maintenir les bienfaits de la pratique d'exercice physique
- La variabilité : afin d'éviter les plateaux, il est important de varier les stimuli auxquels l'organisme est exposé
- La réversibilité : les effets de l'entraînement ne sont pas permanents, ils disparaissent généralement après quelques semaines d'inactivité physique
- La trainabilité : se dit de ce qu'il est possible d'améliorer par l'entraînement
- L'individualisation : chaque personne est unique et ne répond pas nécessairement de la même façon aux exercices
- Le maillon faible : tenir compte de la globalité de l'individu et de ses limites face à la pratique d'exercice
- La motivation et le plaisir : il faut rechercher le plaisir par la pratique d'activité physique afin de maintenir un niveau de motivation élevé.

Plusieurs organismes à travers le monde ont émis des recommandations au sujet de la pratique d'activité physique. Seront énumérés ici les recommandations provenant d'organismes québécois, canadiens et américains.

Selon Kino-Québec (54), c'est la dépense calorique associée à la pratique d'activité physique qui importe afin d'en retirer des bénéfices santé. Les cibles recommandées sont une augmentation de la dépense énergétique hebdomadaire de « 500 kcal pour un individu réfractaire au changement, de 1000 kcal pour un individu sédentaire ou peu actif et de 1500 kcal pour une personne déjà active ». Généralement, il est possible d'augmenter sa dépense énergétique hebdomadaire d'environ 1000 kcal en pratiquant une activité d'intensité moyenne 30 minutes par jour, 6 ou 7 jours par semaine, ou une activité d'intensité faible 1 heure par jour, 5 ou 6 jours par semaine (54). Chaque fois qu'une période minimale de 10 minutes d'exercice est ajoutée aux séances d'activités physiques habituelles, ses effets bénéfiques s'additionnent à ceux des autres périodes. Une personne qui est active à trois reprises dans la même journée, à raison d'une dizaine de minutes chaque fois, en retirerait les mêmes bénéfices santé qu'une autre qui est active pendant 30 minutes consécutives (54). Une dépense énergétique hebdomadaire de 1000 kcal (150 kcal/jour) serait associée à une diminution de 20 à 30% des risques de mortalité toute

cause confondue (40).

Les recommandations de la SCPE pour favoriser les bénéfices santé reliés à l'aptitude aérobie sont présentés dans le tableau 3. Pour les individus qui ne sont pas en bonne santé, la SCPE recommande d'adapter la durée, la fréquence, et l'intensité et de progresser graduellement selon la tolérance des individus (78). Sont aussi présentées dans le tableau 3 les recommandations de l'ACSM.

Les recommandations de Kino-Québec, de la SCPE et de l'ACSM consistent à favoriser des bénéfices santé par la pratique régulière d'exercice aérobie. La prescription de ce type d'exercice peut varier d'un individu à l'autre. L'intensité et la durée des exercices aérobies doivent être adaptées selon la condition initiale et les objectifs de l'individu. Toutefois, dans un contexte de performance sportive, les recommandations ci-dessus ne seraient pas appropriées. Une prescription spécifique à la discipline serait alors souhaitable.

De façon générale, il est recommandé de ne pas débiter ni cesser un exercice aérobie de façon brutale. L'échauffement est une période d'adaptation permettant à l'organisme de se préparer à un effort éventuel en augmentant progressivement la fréquence cardiaque, et par conséquent le Qc, pour assurer un apport sanguin adéquat aux muscles actifs. Le retour au calme permet une diminution progressive de l'intensité avant l'arrêt complet de l'exercice. Tel que mentionné précédemment, cette période est très importante afin d'éviter des étourdissements ou même un événement cardiaque. Une période de retour au calme d'au moins 5 minutes est minimalement recommandée (78).

Recommandations pour la pratique d'exercice aérobie chez les sujets avec MCAS

Chez la population coronarienne, en raison des complications pouvant survenir avec une augmentation de la demande en O₂ au myocarde, certaines précautions doivent être prises pour assurer la sécurité du patient, tout en optimisant les bienfaits de l'entraînement. D'abord, il est important de bien dresser le profil individuel du patient : histoire médicale et condition physique actuelle, stratification des risques, âge, composition corporelle, besoins et objectifs personnels. La prescription des exercices cardiovasculaires pour des sujets coronariens avec ischémie doit correspondre à 10 battements ou plus sous le seuil ischémique. Ces patients doivent aussi apprendre à reconnaître les signes d'ischémie lorsqu'ils sont présents (4). Pour la population coronarienne à risque faible ou modéré, les principes généraux de prescription d'exercice ne diffèrent pas de ceux pour la population sans MCAS. La différence majeure entre ces deux populations réside dans l'application des principes d'entraînement. Par

exemple, chez ce type de patient, le déconditionnement peut être tel que même de très faibles intensités d'entraînement sont suffisantes pour créer une surcharge et favoriser une progression de la capacité aérobie.

Les périodes d'échauffement et de retour au calme sont particulièrement importantes pour les patients coronariens puisque les complications cardiovasculaires à l'exercice surviennent souvent pendant ces périodes (32). Comme pour les individus sans MCAS, l'échauffement représente un élément de transition entre le repos et l'exercice pour les sujets coronariens. Il permet à l'organisme de s'adapter graduellement à la demande en O₂ plus élevée à l'exercice. L'échauffement engendre aussi un effet protecteur en diminuant le risque de sous-décalage du segment-ST (11) et d'arythmie ventriculaire (31). Selon la condition du patient, la période d'échauffement pourrait s'étendre de 15 à 20 minutes initialement, et selon la progression, diminuer à 10 à 15 minutes. Le retour au calme est une période toute aussi importante que l'échauffement. La diminution progressive de l'intensité sur une période d'environ 15 minutes permet de limiter les risques de complications cardiovasculaires reliées à l'arrêt soudain de l'exercice (3, 32).

Selon l'ACSM, afin retarder la progression de la maladie coronarienne, l'objectif des séances d'exercices doit être orienté vers une dépense énergétique de 1500 à 2100 kcal/semaine (4). Cependant, il peut être difficile d'atteindre cet objectif pour plusieurs patients. La dépense énergétique peut donc être ajustée selon la tolérance de chacun. Il est recommandé d'effectuer des exercices aérobies régulièrement et d'ajuster la fréquence selon la condition initiale du patient (Tableau 4). Par exemple, pour des patients plus déconditionnés (capacité maximale < 3 METs), il est recommandé d'exécuter plusieurs courtes séances par jour, alors que pour des patients dont la capacité maximale varie entre 3 et 5 METs, 1-2 courtes séances par jour sont suggérées (3). Ainsi, la durée recommandée peut aussi varier selon la tolérance du patient (Tableau 4) (73).

Bien qu'il soit possible de prescrire des exercices aérobies sans même que le patient ait effectué une épreuve d'effort maximal, l'intensité de ce type d'exercices devrait idéalement être prescrite d'après les résultats d'une épreuve d'effort maximal, ce qui correspond à l'épreuve d'effort limité par symptômes. L'intensité de l'entraînement aérobie doit dépendre de la condition initiale du patient : VO₂pic, présence d'ischémie, d'arythmie ou d'autres anomalies de la réponse à l'effort. Selon les études citées par l'ACSM, l'intensité des exercices aérobies est prescrite selon la VO₂ de réserve (VO₂R= VO₂ max – VO₂ repos) ou son équivalent métabolique (METs), la FC de réserve (FCR= FC max- FC de repos) ou

l'échelle de perception de l'effort de Borg (Tableau 1). Quelque soit la méthode utilisée, la prescription de l'intensité dépend de plusieurs facteurs. Lorsque la capacité maximale du patient a été déterminée par une épreuve d'effort maximal, l'équivalent métabolique ou la VO₂R sont souvent utilisés pour la prescription d'exercice. Il est d'ailleurs intéressant de déterminer la prescription d'après le nombre de METs atteints puisque l'équivalence de plusieurs activités physiques et récréatives telles que nager, jouer au golf, faire du vélo, etc. est connue en METs. Ceci permet de choisir des activités qui respectent les goûts du patient et qui correspondent à sa capacité. La FCR est aussi un bon moyen d'évaluer l'intensité de l'exercice en fonction de la FC atteinte à l'épreuve d'effort maximal. Par contre, lorsque la médication est changée après l'épreuve d'effort, ou si le patient n'a pas fait d'épreuve d'effort et qu'il prend des bêta-bloqueurs, la perception d'effort est un bon moyen de prescrire l'intensité de l'entraînement. La prescription d'exercice aérobic est présentée de façon plus spécifique dans le tableau 4. Outre ces recommandations, l'ACSM conseille d'être attentif aux signes et symptômes du patient pouvant se manifester durant un effort, et de respecter les contre-indications à l'exercice (Tableau 2).

Des recommandations canadiennes ont aussi été émises par l'Association canadienne de réadaptation cardiaque (ACRC) (2). Cet organisme s'inspire d'ailleurs de l'ACSM pour plusieurs recommandations. Selon l'ACRC, le but de la prescription d'exercice consiste à favoriser un mode de vie actif. De ce fait, le type, l'intensité, la fréquence et la durée des exercices aérobies doivent favoriser l'intégration progressive d'activités physiques à la vie quotidienne des patients. Tel que suggéré par l'ACSM, l'ACRC recommande une prescription d'exercice en tenant compte de la variation des paramètres hémodynamiques observés pendant une épreuve d'effort maximal récente. Le principe FITT (F=fréquence; I=intensité; T=temps T=type) est ensuite appliqué pour effectuer une prescription complète (Tableau 4). La fréquence des exercices aérobies recommandée par l'ACRC correspond à celle suggérée par l'ACSM. Pour un patient plus déconditionné, il est recommandé d'augmenter la fréquence des exercices à plus de 5 fois par semaine en réduisant cependant la durée des séances. Concernant l'intensité des exercices aérobies, l'ACRC reprend les recommandations de l'ACSM en insistant davantage sur l'utilisation de la FCR et de la VO₂R. La durée suggérée est adaptée à la condition initiale du patient. Par ailleurs, selon l'ACRC la durée et l'intensité sont deux paramètres qui doivent être modifiés conséquemment l'un à l'autre. En effet, ces deux éléments de prescription doivent être déterminés dans le but de favoriser une dépense calorique entre 150 à 400 kcal par jour (1000 à 2800 kcal par semaine) afin de maximiser les bienfaits de la pratique d'exercice physique. Finalement, l'ACRC insiste aussi sur la variété des exercices afin de réduire les risques de blessures orthopédiques, de varier les masses musculaires sollicitées et d'augmenter la rétention au programme d'exercice (2).

Bref, l'ACSM et l'ACRC ont émis des recommandations semblables pour la prescription d'exercice aérobie (Tableau 4) . Par ailleurs, certaines recommandations sont plus détaillées par l'un ou l'autre de ces organismes. Par conséquent, il pourrait être intéressant de consulter les deux organismes et d'adapter les recommandations selon la condition initiale du patient, ses objectifs et ses goûts.

Tableau 1. Échelle de perception d'effort

6
7 Très, très facile
8
9 Très facile
10
11 Assez facile
12
13 Légèrement difficile
14
15 Difficile
16
17 Très difficile
18
19 Très, très difficile
20

*Traduit de ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Seventh Edition, Lippincott Williams and Wilkins, 2006.
D'après : Borg G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion, Medicine and Science in Sport and Exercise 1982 ; 14 : 377-381. (3)*

Tableau 2. Contre-indications à la participation à un programme d'exercice en réadaptation cardiaque

- Angine instable
- PAS au repos > 200 mmHg ou PAD au repos > 110 mmHg (devrait être évaluée cas par cas)
- Diminution > 20 mmHg de la pression orthostatique accompagnée de symptômes
- Sténose aortique sévère (gradient de pression systolique maximal > 50 mmHg avec superficie de l'orifice de la valve aortique < 0,75 cm² (chez un adulte moyen)
- Fièvre ou phase aiguë de maladie
- Arythmie ventriculaire ou auriculaire incontrôlée
- Tachycardie sinusale incontrôlée (FC > 120 battements / minute)
- Insuffisance cardiaque avec décompensation
- Bloc auriculo-ventriculaire de 3e degré (sans stimulateur cardiaque)
- Péricardite ou myocardite
- Embolie récente
- Thrombophlébite
- Sous-décalage du segment ST au repos (> 2 mm)
- Diabète non contrôlé (glycémie au repos > 300 mg / dL ou > 250 gm / dL avec cétone)
- Problèmes orthopédiques pouvant se détériorer avec l'exercice
- Tout autre problème métabolique tel qu'hypokaliémie, hyperkaliémie, hypothyroïdie ou hyperthyroïdie en phase aiguë, etc.

Traduit de ACSM Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Seventh Edition, Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

(3)

Finalement, la recommandations pour la pratique d'exercices aérobies sont semblables chez les sujets avec et sans MCAS (Tableaux 3 et 4). Par ailleurs, chez les sujets coronariens, certaines précautions supplémentaires complètent la prescription générale: profil du patient, échauffement et retour au calme prolongés, etc.

Tableau 3. Recommandations pour la pratique d'exercice aérobie chez les sujets sans MCAS

	ACSM	Kino-Québec	SCPE
Durée	<ul style="list-style-type: none"> • 20 à 30 minutes 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 à 60 minutes • Au moins 10 minutes à la fois 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 à 60 minutes
Intensité	<ul style="list-style-type: none"> • 40 à 85% de la VO2R • 64 à 94% de la FC maximale 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible à moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> • 60 à 90 % de la FC maximale prédite selon l'âge
Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5 fois/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 à 7 fois/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5 fois/semaine
Particularités	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage la pratique d'exercices permettant de solliciter de grosses masses musculaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage une dépense énergétique minimale de 1000kcal/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage la pratique d'activités qui font travailler plusieurs groupes musculaires

ACSM= American College of Sports Medicine; SCPE= Société canadienne de physiologie de l'exercice; FC= Fréquence cardiaque; VO2R=Consommation d'oxygène de réserve (VO2R=VO2 max -VO2 repos) (3, 54, 78)

Tableau 4. Recommandations pour la pratique d'exercice aérobie chez les sujets avec MCAS

	ACRC	ACSM
Durée	<ul style="list-style-type: none"> • 20 à 30 minutes 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 à 60 minutes
Intensité	<ul style="list-style-type: none"> • 40 à 60% de la VO2R ou de son équivalent en METs • 40 à 60% de la FCR 	<ul style="list-style-type: none"> • 40 à 60% de la VO2R ou de son équivalent en MET • 40 à 60% de la FCR • 11 à 13 sur échelle de perception d'effort
Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5 fois/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5 fois/semaine
Particularités	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage une dépense énergétique de 150 à 400kcal/jour • Suggère d'adapter la durée et la fréquence de façon à respecter la dépense énergétique suggérée • Encourage la pratique d'exercices permettant de solliciter de grosses masses musculaires • Encourage la variété des exercices 	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage une dépense énergétique de 1500 à 2100kcal/semaine • Suggère d'adapter la durée et la fréquence pour respecter la dépense énergétique suggérée • Propose des adaptations pour les patients très déconditionnés

ACRC= Association canadienne de réadaptation cardiaque; ACSM= American College of Sports Medicine FC= Fréquence cardiaque; FCR= fréquence cardiaque de réserve (FCR= FC max-FC repos); VO2R=Consommation d'oxygène de réserve (VO2R=VO2 max -VO2 repos); MET= équivalent métabolique (1MET= 3,5ml d'O2/kg/min) (2, 3)

1.3.2 Les exercices musculaires

Définition

Les exercices de type musculaire ont aussi un rôle à jouer dans l'acquisition et le maintien d'une condition physique optimale. La fonction musculaire se compose de trois paramètres : la force (la résistance), l'endurance et la puissance. La force musculaire se définit comme étant la tension maximale qu'un muscle peut exercer au cours d'une seule contraction, tandis que l'endurance musculaire a trait à la capacité du muscle à poursuivre des contractions répétées pendant une certaine période de temps. Cette qualité est primordiale dans les activités comme la marche, le vélo ou la montée d'escaliers. Elle est d'ailleurs très présente dans les activités de la vie quotidienne (AVQ) telles que le jardinage, le nettoyage des planchers, le lavage des fenêtres, etc. Finalement, la puissance musculaire est la force la plus élevée pouvant être développée lors d'une contraction unique exécutée à une vitesse rapide. Parallèlement aux qualités musculaires, le type de contraction exercé par le muscle est un paramètre important à considérer. Les contractions musculaires sont décrites en fonction de la longueur du muscle durant la contraction. Une contraction isométrique (statique) produit une tension dans le muscle sans induire de mouvement dans l'articulation ni dans la longueur du muscle. Une contraction dynamique provoquera une tension et un changement dans la longueur du muscle. Elle est composée de deux phases : concentrique et excentrique. Dans la phase concentrique, le muscle se raccourcit alors que dans la phase excentrique, le muscle s'allonge. Soulever des sacs d'épicerie hors d'une voiture et les déposer sur le sol implique des contractions dynamiques des muscles des bras et des épaules, tandis que le transport de ces sacs implique une contraction isométrique des muscles sollicités (78).

Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets sans MCAS

La variation des paramètres hémodynamiques lors des exercices musculaires est différente de celle observée lors d'un exercice cardiovasculaire. D'abord, comme pour les exercices aérobies, l'augmentation de la FC pendant les exercices musculaires est aussi générée par l'action du système nerveux sympathique et la libération de catécholamines. Par contre, la relation entre la VO₂ et la FC telle qu'observée pendant l'épreuve d'effort maximal sur tapis, n'est pas nécessairement maintenue pendant les exercices musculaires (9). À ce sujet, Beckham et Earnest (9) ont mesuré la FC et la VO₂ requises pendant une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant et pendant une séance d'exercices musculaires en circuit avec haltères, d'intensité faible à modérée, chez des hommes et des femmes sans MCV. D'après les résultats de cette étude, la VO₂ mesurée lors des exercices musculaires se situe entre 24 et 34% de la VO₂ maximale alors que la FC se situe entre 54 et 65% de la FC maximale. De plus, pour une FC

donnée, la VO₂ mesurée pendant les exercices musculaires est inférieure à celle mesurée pendant l'épreuve d'effort maximal. D'ailleurs, pour une même augmentation de la FC, l'augmentation de la VO₂ à l'épreuve aérobique diffère de l'augmentation de la VO₂ lors des exercices musculaires. Selon cette étude, la relation entre la VO₂ et la FC lors des exercices musculaires est donc décalée vers la gauche et sa pente est plus abrupte comparativement à l'épreuve d'effort aérobique.

D'autres études démontrent aussi que la FC maximale mesurée pendant l'effort musculaire est moins élevée que la FC maximale estimée selon l'âge ou mesurée par une épreuve d'effort maximal. Par exemple, lors d'une étude menée par Collins et al (18), la FC moyenne mesurée lors de 4 exercices musculaires à 70% de 1RM (développé couché, flexion du coude, rameur assis, développé des jambes) a atteint 158 battements/minute, soit 81,9% de la FC maximale prédite selon l'âge. Dans une autre étude, McCartney et al (62) ont aussi mesuré une FC inférieure à la valeur maximale prédite lors d'exercices musculaires (flexion du coude et développé des jambes unilatéral et bilatéral) à une intensité de 60% et 80% de 1RM. La FC maximale correspond à 108 battements/minute et fut mesurée pendant le développé des jambes (bilatéral). Sachant que la moyenne d'âge des sujets était de 66,3 ans, on peut supposer que la FC maximale atteinte lors du développé des jambes correspondait environ à 70% de la FC maximale prédite selon l'âge. Bref, ces études démontrent que la FC mesurée pendant les exercices musculaires sous-maximaux est inférieure à celle estimée selon l'âge des sujets. Par contre, certains facteurs tels que l'intensité, le temps de repos, la condition cardiovasculaire du sujet, etc. peuvent influencer la variation de la FC pendant les exercices musculaires.

D'après de McCartney (64), la pression artérielle (mesurée à l'aide d'un cathéter intra-artériel) durant un effort maximal au développé des jambes avec une charge correspondant à 95% de 1RM varie de la façon suivante : Lors de la première répétition, la pression artérielle augmente très rapidement et se stabilise lors de la 2^e et la 3^e répétition à des valeurs moins élevées qu'à la première répétition. Suite à la 3^e répétition, la pression artérielle augmente progressivement pendant toute la série de répétitions. En post-effort, la pression artérielle diminue très rapidement (1 à 2 secondes) pour atteindre des valeurs inférieures ou égales à celles de repos. Selon McCartney (64), l'augmentation rapide de la PA pendant la première répétition s'explique par le fait qu'à la première répétition la contraction concentrique n'est pas précédée par une contraction excentrique. Le muscle ne peut donc pas bénéficier du mécanisme d'étirement-raccourcissement, ce qui nécessite un effort volontaire important pour débiter le mouvement. Par conséquent, à ce moment la pression artérielle augmente très rapidement. Ce mécanisme étant présent lors des répétitions suivantes, la 2^e et la 3^e répétition requièrent un effort volontaire moins important pour

générer la contraction concentrique, ce qui engendre une moins grande élévation de la pression artérielle. Par la suite, la pression artérielle augmente progressivement avec le nombre de répétitions en raison de l'accélération du métabolisme dans les muscles actifs, des adaptations systémiques pour assurer un débit sanguin suffisant dans ces muscles et éventuellement des différentes manifestations de la fatigue musculaire (augmentation de l'effort volontaire en raison de la difficulté du muscle à générer une même force, recrutement des muscles agonistes, utilisation de la manœuvre de Valsalva, etc.). Comme pour les exercices cardiovasculaires, la diminution rapide de la pression artérielle suite à un exercice musculaire pourrait s'expliquer par une rapide perfusion suite à une vasodilatation dans les régions des muscles sollicités, ainsi que par l'action des barorécepteurs suite à une pression artérielle très élevée en fin d'effort.

De plus, selon McCartney (64) il semblerait que la pression artérielle soit proportionnelle à la masse musculaire impliquée pendant la contraction quoique selon cet auteur, d'autres études sont nécessaires afin de définir clairement la relation. Bien que Vender et al (90) aient observé la variation de la pression artérielle au cours de contractions musculaires auprès de sujets atteints de MCV, leurs observations sont semblables à celles de McCartney (64) : La PAS est plus élevée pendant les exercices musculaires sollicitant les membres inférieurs comparativement à la PAS mesurée pendant les exercices musculaires sollicitant les membres supérieurs. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la variation de la PAS soit proportionnelle à la masse musculaire impliquée. Contrairement à ce qui se produit pendant les exercices aérobies, la PAD varie pendant l'exercice musculaire. Pendant la phase concentrique, la PAS et la PAD peuvent atteindre des valeurs très élevées (3). Par exemple, lors d'une étude menée auprès de culturistes, MacDougall et collègues (65) ont mesuré une pression artérielle moyenne de 320/250 mmHg lors d'un exercice de développé des jambes à des intensités de 80 à 100% de 1RM. Cette valeur est plutôt extrême et fut atteinte dans un contexte particulier. Lors d'un exercice musculaire moins intense, on peut s'attendre à une augmentation rapide de la pression artérielle sans nécessairement atteindre des valeurs aussi élevées. Dans le cadre d'une étude chez des sujets avec MCV, Contrairement aux exercices aérobies, l'augmentation de la PAS est très brève pendant l'exercice musculaire puisque pendant la phase excentrique du mouvement, la PAS et la PAD diminuent. Cette augmentation engendre toutefois une hausse de la demande en O₂ au myocarde. Cette demande plus élevée n'étant pas soutenue, elle serait sans conséquence chez l'individu sain (3).

Les contractions musculaires de type isométrique engendrent aussi une augmentation de la PA qui peut atteindre des valeurs très élevées. L'augmentation de la PA peut notamment être causée par la manœuvre

de Valsalva (expulsion forcée de l'air contre la glotte fermée), qui est souvent effectuée pendant ce type de contraction. En effet, la manoeuvre de Valsalva entraîne une augmentation de la pression intrathoracique et de la pression intracrânienne. Par conséquent, elle engendre une augmentation de la pression artérielle et des risques d'hémorragie cérébrale. Certaines études tentent toutefois de démontrer que la manoeuvre de Valsalva ne serait pas aussi néfaste pour les vaisseaux cérébraux (44). Des études supplémentaires sont nécessaires afin de confirmer ces hypothèses. Par conséquent, il est recommandé de maintenir une respiration constante et régulière pendant la contraction isométrique (4).

Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets avec MCAS

Chez les sujets coronariens, une augmentation importante de la pression artérielle maintenue sur une période prolongée n'est pas souhaitable. En effet, une augmentation de la PAS entraîne une augmentation de la demande en O₂ au myocarde, telle qu'évaluée par le double-produit (DP). Lorsque cette demande est maintenue élevée sur une longue période, il est difficile pour l'organisme d'y répondre adéquatement, ce qui augmente les risques d'ischémie myocardique ainsi que les problèmes de contractilité (13, 77). D'ailleurs, depuis l'arrivée des programmes de réadaptation cardiaque, une certaine réticence à inclure des exercices musculaires a longtemps retardé la prescription de ce type d'exercice chez cette population. Les exercices musculaires d'intensité élevée ainsi que les exercices isométriques ont longtemps été contre-indiqués pour les patients coronariens. Ceci s'expliquerait surtout par l'élévation de la pression artérielle lors de l'exécution des exercices musculaires (43), qui augmenterait le risque de complication cardiovasculaire, surtout chez les patients âgés ou dont l'état de santé est plus précaire (12). De plus la FC, le VES, la FEVG et la VO₂ max diminuent avec l'âge, alors que la pression artérielle au repos et à l'exercice augmentent. L'ensemble de ces adaptations entraîne une augmentation de la demande en O₂ au myocarde, ce qui prédispose à une surcharge du système cardiovasculaire chez les coronariens âgés (92).

Suite aux nombreuses études effectuées au cours des dernières années, il a été démontré que l'entraînement en résistance musculaire n'est pas contre-indiqué pour tous les types de patients. Plusieurs études démontrent que des exercices musculaires exécutés à des intensités faibles à modérées sont sécuritaires chez la population coronarienne (12-14, 52, 56, 62, 74, 75, 85). C'est le cas des patients coronariens à faible risque, notamment ceux ayant subi un infarctus du myocarde sans complication, pour lesquels un programme d'exercices de musculation prescrit adéquatement ne s'avère pas plus risqué qu'un entraînement aérobie (12, 23).

Selon l'ACSM (4), le DP devrait être calculé pendant l'exécution de chaque mouvement (à chaque contraction musculaire concentrique) puisqu'il constitue un meilleur indice de la demande

cardiovasculaire que la FC ou la PA employée seule. Pendant l'exécution des exercices musculaires, l'ACSM recommande de ne pas dépasser le DP observé pendant les entraînements aérobies (3). Toutefois, contrairement à ce qui se produit lors des exercices aérobies, le DP n'est pas couramment utilisé lors des exercices musculaires. La valeur de la FC étant généralement inférieure à celle observée lors d'un exercice aérobic, l'augmentation du DP serait principalement causée par l'augmentation de la PAS (91).

De plus, selon certaines études effectuées auprès de sujets coronariens, la FC maximale mesurée pendant un effort musculaire maximal serait moins élevée que celle mesurée pendant un effort aérobic maximal. Par exemple, lors d'une étude menée par Faigenbaum et collègues (26), la FC maximale atteinte lors d'un exercice musculaire de 1RM (1 répétition maximale: charge maximale permettant de compléter qu'une seule répétition de l'exercice) et lors d'un exercice musculaire sous-maximal (75% de 1RM) n'a représenté que 54 et 58% respectivement de la FC maximale mesurée lors de l'épreuve d'effort maximal. Featherstone et al (27) ont aussi comparé la FC maximale atteinte lors d'exercices musculaires à celle mesurée lors de l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Divers groupes musculaires et diverses intensités ont été comparés au test aérobic. Pour toutes les intensités (40 à 100% de 1RM) et tous les groupes musculaires sollicités (deltoïdes, biceps, quadriceps, ischio-jambiers), la FC maximale mesurée fut significativement inférieure lorsque comparée à celle mesurée pendant l'épreuve aérobic maximale. Comme pour les sujets sans MCAS, chez les coronariens la FC mesurée pendant les exercices musculaires sous-maximaux et maximaux est inférieure à celle mesurée pendant un effort aérobic maximal.

Au sujet de la pression artérielle, Stralow et al (88) ont mesuré la PAS lors d'exercices musculaires à des intensités de 40, 60 et 80% de 1RM. La PAS mesurée au cours de cette étude varie entre 143 et 166 mmHg. Bjarnason-Wehrens et al (12), en s'inspirant des résultats de Haslam et collaborateurs (43), expliquent que les mesures intra-artérielles de la pression ont démontré que des exercices musculaires exécutés 10 à 15 fois à faible ou moyenne intensité (40% à 60% de 1RM) engendrent une légère augmentation de la pression artérielle, comparativement à l'augmentation observée lors d'un exercice aérobic à intensité modérée. Dans une étude de DeGroot et al (23), la PAS de sujets coronariens fut mesurée pendant l'exécution d'extensions du genou à différentes intensités et différents temps de repos: PAS=146 à 150 mmHg à 40% de 1RM avec 60 et 30 secondes de repos, respectivement et 157 à 164 mmHg à 60% de 1RM avec 60 et 30 secondes de repos, respectivement. Selon ces auteurs, l'augmentation de la PAS serait causée par une occlusion du débit sanguin musculaire engendrée par une compression

mécanique intramusculaire, qui obstrue le passage du sang vers le muscle sollicité. Tel que mentionné pour les sujets sans MCAS, pendant un exercice dynamique, la pression artérielle moyenne est plus élevée lors d'un travail à résistance élevée que lors d'un travail de faible résistance. Cela s'expliquerait en raison des effets combinés de la compression des vaisseaux sanguins intramusculaires et d'une pression qui pourrait être causée par la manoeuvre de Valsalva qui comprime aussi les vaisseaux sanguins (18).

Comme pour les sujets sans MCAS, les contractions isométriques engendrent une augmentation prononcée de la PA contre laquelle le myocarde doit travailler. La demande en O₂ au myocarde est augmentée, ce qui peut contribuer au développement d'angine, de dysfonction du VG pendant l'effort et d'arythmie. Ce type d'exercice musculaire n'est donc pas souhaitable suite à un IM récent (4, 68), mais pourrait être intégré graduellement dans un programme d'exercices, au même titre qu'un exercice musculaire dynamique, chez les sujets qui respectent les critères suivants: PAS au repos \leq 160 mmHg, PAD au repos \leq 100 mmHg, angine stable, arythmie contrôlée, seuil ischémique ou angineux $>$ à 5 METs, aucun signe et symptôme d'insuffisance cardiaque et de maladie valvulaire sévère (4).

Au sujet de la PAD, il semblerait que son augmentation plus élevée lors de l'entraînement musculaire en circuit, comparativement à l'épreuve d'effort aérobie maximal, puisse favoriser un effet protecteur chez les patients coronariens (22). L'augmentation de la PAD durant un exercice musculaire augmenterait la perfusion du myocarde et le flot sanguin aux régions obstruées, et favoriserait le développement de vaisseaux collatéraux, ce qui préviendrait le développement d'ischémie et diminuerait la fréquence des arythmies (20, 22, 23, 27, 53).

Selon les études consultées, en plus d'être sécuritaires, les exercices musculaires peuvent être très bénéfiques pour la population coronarienne (12-14, 52, 56, 62, 74, 75, 83). En effet, plusieurs patients coronariens sont sédentaires depuis de nombreuses années et subissent un déconditionnement de certains groupes musculaires. Ce phénomène est particulièrement marqué chez les patients plus âgés, chez qui le déconditionnement peut être si important que de simples exercices aérobies comme la marche peuvent suffire à augmenter la force musculaire des membres inférieurs. Par contre, afin d'obtenir des gains supérieurs il est nécessaire d'utiliser une résistance accrue (61). Il est pertinent d'encourager l'entraînement musculaire des membres supérieurs puisque ce type d'exercices est spécifique. Ceci est d'autant plus vrai que plusieurs AVQ telles que transporter des sacs d'épicerie, repasser, laver les vitres, etc. requièrent une certaine force et de l'endurance musculaire des membres supérieurs. Lorsque seuls les membres inférieurs sont sollicités lors d'un entraînement (ex. la marche), les effets bénéfiques sont

limités à cette région (14, 40). Toujours chez les coronariens âgés, les exercices de musculation permettent d'améliorer ou de maintenir une posture adéquate, de réduire ou de prévenir les lombalgies, de conserver l'autonomie nécessaire pour accomplir les tâches de la vie quotidienne (3) et de limiter plusieurs effets du vieillissement (4, 38, 74, 75). Plusieurs études démontrent aussi qu'un entraînement musculaire dynamique combiné à des exercices aérobies améliore la force maximale et la capacité fonctionnelle des patients atteints de MCAS (27, 43, 87). Par exemple, dans une étude effectuée par Daub et al (21) auprès de 57 sujets en post infarctus, l'entraînement musculaire de faible à moyenne intensité (20%, 40%, 60% de 1RM) a permis aux sujets d'augmenter de façon significative la force moyenne comparativement au groupe témoin (entraînement cardiovasculaire seulement), pour 6 exercices : intensité de 20%: +10,5%, intensité de 40%: +11,9% et intensité de 60%: +13,5% vs une augmentation de 0,5% à toutes les intensités pour le groupe témoin. Les résultats de cette étude contribuent à justifier l'importance de l'entraînement musculaire afin de faciliter les tâches de la vie quotidienne. Dans une autre étude, Derman et al (24) ont démontré qu'un entraînement musculaire exécuté en circuit pendant 10 semaines par des sujets atteints de MCV a permis de repousser le seuil de fatigue lors d'un test aérobic maximal sur ergocycle de 456+/-56 secondes à 560+/-43 secondes. Cette étude suggère donc que la tolérance à un exercice aérobic peut être augmentée par l'augmentation de la force et de l'endurance musculaires. En plus d'améliorer la tolérance à l'effort, lorsque les exercices musculaires sont organisés sous forme de circuit, ils contribuent aussi à augmenter la VO₂ max. Il a aussi été démontré que suite à un entraînement en résistance, il y a diminution du DP pour toute charge soulevée (61), ce qui signifie que le myocarde doit travailler moins fort pendant l'exécution des AVQ (3, 34, 37, 62, 74).

Bref, à la suite d'un événement cardiaque, l'objectif visé est le retour à la capacité fonctionnelle antérieure et aux AVQ. À cet effet, il est impératif de freiner la diminution de la masse musculaire due à l'inactivité physique en initiant des exercices de renforcement et d'endurance musculaire, dans le cadre d'un programme de réadaptation cardiaque (5). Depuis les dernières années, la pertinence et l'aspect sécuritaire des exercices musculaires ont été bien validés dans les écrits scientifiques. C'est pourquoi les programmes de prévention primaire et secondaire des MCAS tendent de plus en plus à intégrer des exercices musculaires en complément aux exercices aérobies, tel que le recommandent des organismes reconnus comme l'ACSM et l'AHA (74).

Recommandations pour la pratique d'exercices musculaires chez les sujets sans MCAS

Afin qu'un programme d'exercices musculaires soit sécuritaire et efficace chez une population en santé, la SCPE recommande un bon échauffement au début de chaque séance et un apprentissage des bonnes

techniques afin d'éviter une contrainte inutile au dos ou aux articulations. Pour les débutants, il est préférable de se concentrer sur l'endurance musculaire en utilisant des poids légers et des répétitions multiples (Tableau 5). Il est aussi recommandé d'expirer pendant la phase de contraction lors de chaque répétition, et d'éviter les exercices qui sont douloureux ou qui rendent inconfortable. Enfin, il s'avère opportun de tenir un journal ou une fiche d'entraînement pour assurer un suivi et varier la routine d'exercices pour maintenir l'intérêt (78). Afin de varier la prescription musculaire, certains paramètres d'entraînement tels que la résistance, le nombre de répétitions et la vitesse d'exécution peuvent être révisés au besoin. Tel que présenté dans le tableau 5, l'ACSM ajoute d'autres conseils à ceux proposés par la SCPE : choisir un mode d'entraînement confortable (poids libres, appareils, bandes élastiques, etc.) afin de favoriser l'adhérence au programme, favoriser l'entraînement des principales masses musculaires (muscles de la hanche, des cuisses, des jambes, des épaules, du dos, des bras, de l'abdomen et de la poitrine) afin de limiter la durée totale de la séance tout en favorisant le gains de force et d'endurance de plusieurs muscles, prendre une journée de repos entre les séances afin d'assurer une récupération suffisante pour les muscles, et d'exécuter le mouvement lentement afin de bien le contrôler, de le coordonner avec la respiration et d'augmenter la durée de la contraction musculaire (3).

Tableau 5. Recommandations pour la pratique d'exercice musculaire chez les sujets sans MCAS

	ACSM	SCPE*
Mode	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser un mode confortable (poids libres, appareils, bandes élastiques, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d
Répétitions	<ul style="list-style-type: none"> • 8 à 12 (pour favoriser la force et l'endurance musculaires) • À adapter selon l'objectif 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 à 15
Séries	<ul style="list-style-type: none"> • n/d 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2
Charge	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptée au nombre de répétitions afin de respecter 12 à 16 sur échelle de perception d'effort 	<ul style="list-style-type: none"> • Légère
Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> • 2 à 3 fois/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d
Particularités	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage d'exercer les principales masses musculaires • Recommande une journée de repos entre les séances • Recommande d'expirer à l'effort • Recommande de toujours conserver minimalement une flexion légère des articulations • Suggère de respecter un rythme de 3 secondes pendant la phase concentrique et 3 secondes pendant la phase excentrique du mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> • Recommande d'effectuer un échauffement avant les exercices musculaires • Recommande d'expirer à l'effort • Suggère de varier les paramètres d'entraînement au besoin

*Recommandations orientées pour atteindre des bénéfices santé chez des individus de niveau débutant.

n/d= non disponible; ACSM= American College of Sports Medicine; SCPE= Société canadienne de physiologie de l'exercice (3, 78)

Recommandations pour la pratique d'exercices musculaires chez les sujets avec MCAS

Chez les patients coronariens, des recommandations supplémentaires s'ajoutent à celles proposées ci-dessus. De plus, les recommandations établies par des organismes réputés comme l'AHA et l'ACSM ne correspondent pas toujours aux conclusions émises par les différentes études consultées (Tableau 6). Voici d'abord les recommandations suggérées par les organismes reconnus : Pour des exercices musculaires exécutés avec des élastiques ou des poids légers, il est suggéré de débiter le programme deux à trois semaines après l'infarctus et 4 semaines après un pontage coronarien. Pour l'utilisation d'appareils de musculation, il est recommandé d'initier le programme 4 à 6 semaines après un IM (les premières semaines sont consacrées à la pratique d'exercice aérobie), et 3 mois suite au pontage coronarien pour permettre la guérison de la plaie. (1, 3, 34, 63, 74, 92). La prescription des exercices musculaires suggérée par ces organismes est présentée en détail dans le tableau 6.

Des recommandations supplémentaires émergent d'études effectuées auprès de patients atteints de MCAS. Gordon et al (35) ainsi que Stralow et al (88) recommandent d'exécuter un maximum de trois séries pour chacun des exercices afin d'éviter la fatigue et les blessures musculaires. De longues sessions d'entraînement musculaire sont d'ailleurs associées à un taux élevé d'abandon au programme, à de plus faibles gains de force musculaire, à une augmentation des paramètres hémodynamiques, de la fatigue et des risques de blessures musculosquelettiques (3). Selon Gordon et al (35) et Stralow et al (88), il est préférable d'exécuter correctement moins de séries et d'augmenter le nombre d'exercices afin d'augmenter le nombre de muscles sollicités plutôt que d'entraîner un nombre moins élevé de muscles avec plusieurs séries (Tableau 6). De plus, les exercices sollicitant de grosses masses musculaires devraient être exécutés au début de la séance car ils sont généralement plus coûteux pour le système énergétique. À la fin de la séance, les patients sont plus fatigués, donc ce type d'exercice risque d'être très exigeant pour eux. De plus, les exercices des membres inférieurs devraient être alternés avec des exercices pour les membres supérieurs tout au long de la séance d'entraînement. De cette façon, les patients ne ressentent pas de fatigue précoce dans ces régions. Chez les patients à faible capacité fonctionnelle ou ayant un seuil de fatigue plus bas, il est préférable de compléter 1 série de 10 à 15 répétitions de chaque exercice musculaire prescrit (74). Selon Squires et al (84) l'entraînement sur appareils musculaires pourrait débiter dès le 17^e jour suivant un IM. Contrairement aux recommandations actuelles, ils auraient démontré que l'entraînement sur appareils musculaires peut être initié très tôt suite à l'IM ou au pontage (1 à 2 mois) si le tracé à l'ECG et la fluctuation de la pression artérielle sont normaux durant l'exécution des tests et des exercices. La réponse hémodynamique observée pendant l'effort fournirait plusieurs informations permettant d'ajuster le programme d'exercice,

la charge ou les autres paramètres, afin de respecter des valeurs hémodynamiques sécuritaires. Par contre, l'utilisation d'un tracé à l'ECG pendant l'exécution d'exercices ou de tests réalisés dans un centre de conditionnement physique impose certaines limites concernant la disponibilité de ce type d'appareil dans ce milieu ainsi que la présence de personnel qualifié pour l'utiliser. Bien que cette étude démontre que l'entraînement sur appareils musculaires initié tôt suite à un IM ou un pontage soit sécuritaire, ces conclusions diffèrent des recommandations émises par des organismes reconnus tels que AHA, ACSM ou AACVPR. D'autres études avec des résultats semblables à Squires et collègues sont donc nécessaires avant que la pertinence de modifier les recommandations actuelles soit établie.

Tableau 6. Recommandations pour la pratique d'exercice musculaire chez les sujets avec MCAS

	Organismes reconnus (ACSM, AHA)	Gordon et al + Stralow et al	Squires et al
Mode	<ul style="list-style-type: none"> • Débuter avec poids libres légers ou bandes élastiques • Progresser avec des appareils musculaires 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d 	<ul style="list-style-type: none"> • Appareils musculaires
Répétitions	<ul style="list-style-type: none"> • 10 à 15 	<ul style="list-style-type: none"> • 12 à 15 	<ul style="list-style-type: none"> • Selon la réponse hémodynamique observée pendant les exercices (ECG, PA, etc.)
Séries	<ul style="list-style-type: none"> • 1 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 à 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Selon la réponse hémodynamique observée pendant les exercices (ECG, PA, etc.)
Charge	<ul style="list-style-type: none"> • Débuter avec des charges de 1 à 5 lbs et augmenter progressivement en respectant une perception d'effort de 11 à 13 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d 	<ul style="list-style-type: none"> • Selon la réponse hémodynamique observée pendant les exercices (ECG, PA, etc.)
Fréquence	<ul style="list-style-type: none"> • 2 à 3 fois/semaine 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d 	<ul style="list-style-type: none"> • n/d
Particularités	<ul style="list-style-type: none"> • Recommandent 8 à 10 exercices • Recommandent de débiter le programme avec appareils musculaires 4 à 6 semaines après IM • Recommandent de débiter le programme avec appareils musculaires 3 mois après pontage 	<ul style="list-style-type: none"> • Recommandent séances < 60 minutes • Recommandent d'alterner exercices des membres inférieurs et des membres supérieurs • Recommandent d'exécuter exercices avec grosses masses musculaires au début de la séance • Suggèrent de progresser en augmentant le nombre d'exercices 	<ul style="list-style-type: none"> • Suggèrent que les exercices avec appareils musculaires peuvent être initiés dès le 17^e jour suite à un IM • Suggèrent que les exercices avec appareils musculaires peuvent être initiés 1 à 2 mois suite à un pontage

ACSM= American College of Sports Medicine; AHA= American Heart Association;
 ECG= électrocardiogramme; IM= Infarctus du myocarde; PA= pression artérielle
 (1, 3, 35, 84, 88)

1.3.3 La flexibilité

Définition

La flexibilité se définit comme étant l'amplitude maximale de mouvement que peuvent concéder une ou plusieurs articulations. Plusieurs facteurs peuvent affecter cette composante de la condition physique : la structure osseuse de l'articulation, la masse musculaire environnante, la tension normale ou la longueur habituelle de ces groupes musculaires, de même que l'élasticité et la structure du tissu conjonctif des ligaments et des tendons (78).

Afin de maintenir les fonctions musculosquelettiques à un niveau optimal, il est important de conserver une amplitude de mouvement adéquate à chacune des articulations. La diminution de la flexibilité se fait généralement ressentir durant la troisième décennie de l'individu et continue à progresser avec le vieillissement. Le manque de souplesse peut avoir des conséquences importantes sur la capacité à réaliser les AVQ. Par exemple, un manque de flexibilité combiné à une faible force musculaire contribue souvent à réduire l'habileté de la personne âgée à accomplir ses AVQ (3). Chez l'adulte, un bon niveau de flexibilité permet de se pencher, de se tourner et d'atteindre un objet facilement et confortablement. La flexibilité joue aussi un rôle dans le maintien d'une bonne posture, dans la diminution de la raideur et de la douleur lors d'activités inhabituelles, et minimise le risque de blessures au dos (78). C'est pourquoi les programmes d'exercices de réadaptation ou de prévention doivent contenir des exercices qui favorisent le maintien de la flexibilité (3).

La variation des paramètres hémodynamiques pendant les exercices de flexibilité ne semble pas avoir été étudiée. Puisque les exercices de flexibilité sont de faible intensité on peut cependant supposer que peu de changements hémodynamiques surviennent pendant ces exercices et qu'ils seraient donc sécuritaires pour les sujets avec et sans MCAS.

Recommandations pour la pratique d'exercices de flexibilité chez les sujets avec et sans MCAS

Les exercices d'étirement, lorsqu'ils sont convenablement exécutés, peuvent favoriser l'amélioration ou le maintien de l'amplitude de mouvement des articulations. Ils doivent être exécutés lentement, de façon bien contrôlée, tout en respectant une progression graduelle. Un programme d'exercices général ayant pour but d'améliorer la flexibilité devrait respecter certaines recommandations : précéder les périodes d'étirements d'un échauffement afin d'élever la température corporelle, choisir une méthode d'étirement statique (maintien de la position), étirer doucement et délicatement, sans sauter ou sans faire de mouvements saccadés, et prioriser les articulations qui sont les plus affectées par la perte de flexibilité. Il est recommandé de pratiquer ce type d'exercices au moins 2 à 3 fois par semaine, mais idéalement 5 à 7

fois, d'effectuer l'étirement jusqu'à ressentir une sensation d'étirement sans douleur, de maintenir la position 15 à 30 secondes, d'exécuter chaque mouvement de 2 à 4 fois et de respirer normalement (éviter de retenir la respiration). Enfin, il s'avère important d'éviter les exercices douloureux ou qui provoquent de l'inconfort (3, 78). Certaines activités spécifiques telles que le *yoga*, le *tai-chi* et le *pilates* sont favorables à l'amélioration de la flexibilité.

1.4 Évaluation de la condition physique

1.4.1 Pertinence de l'évaluation de la condition physique chez les sujets sans MCAS

Selon la SCPE, l'évaluation des déterminants de la condition physique reliés à la santé (composition corporelle, aptitude aérobie, aptitudes musculosquelettiques) apporte des informations objectives aux individus en ce qui concerne leur condition physique globale et par conséquent, module leur estime de soi ou réduit la mauvaise perception qu'ils ont de leur capacité physique (78). Un modèle classique de prescription d'exercice est d'ailleurs proposé par la National Strength and Conditioning Association (NSCA), dont voici les étapes : fixation d'objectifs, évaluation de la condition physique, prescription d'exercices et réévaluation post-entraînement (70). Ces étapes s'avèrent utiles dans un contexte de performance mais aussi dans un contexte de santé. De plus, l'interprétation des différents tests utilisés pour une évaluation complète de la condition physique favorise l'élaboration d'objectifs à court et à long terme. Les objectifs à atteindre, ainsi que les résultats de l'évaluation générale de la condition physique de l'individu, fournissent un nombre important d'informations nécessaires à la planification d'un programme d'exercices personnalisé (3). L'évaluation complète de la condition physique constitue également une source de motivation pour l'individu face à sa pratique d'activité physique. En effet, lorsqu'elle est effectuée régulièrement, cette évaluation permet de constater la progression de l'individu ou de faire une mise au point du programme s'il y a lieu. Selon le protocole utilisé, il peut aussi être possible de comparer les résultats à des normes établies pour des individus de même genre et de la même catégorie d'âge (76, 78).

Selon l'ACSM, une évaluation complète de la condition physique doit contenir les étapes suivantes : dépistage des risques associés à certaines maladies, mesures de repos (FC, PA, et ECG si pertinent), composition corporelle (taille, poids, IMC, % de gras, etc.), évaluation cardiovasculaire, évaluation de la force, de l'endurance musculaire et de la flexibilité (3).

Au Canada, le plus important guide pour l'évaluation la condition physique est « Le Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » publié par la SCPE (78). Ce guide propose des tests d'aptitudes musculaires visant à évaluer l'endurance, la force et la puissance musculaires, la flexibilité et l'aptitude aérobie. Les tests musculaires de ce guide mesurent des qualités spécifiques à un groupe musculaire mais ils sont utilisés par la SCPE car ils fournissent aussi un bon indice pour mesurer globalement les qualités musculaires : test de force de préhension (force musculaire), extensions des bras (endurance musculaire), redressements assis partiels (endurance musculaire), flexion du tronc (flexibilité) et saut vertical (puissance musculaire). Un fait intéressant : par différents questionnaires et grilles

d'interprétation, ce guide encourage aussi le changement de comportement vers un mode de vie sain et physiquement actif. L'ACSM, autre organisme très reconnu dans le domaine au niveau international, propose également un protocole d'évaluation complète de la condition physique ainsi qu'un modèle d'interprétation des résultats (3). Contrairement à la SCPE, l'ACSM propose des tests de force et d'endurance musculaires et de flexibilité tant pour les membres inférieurs que supérieurs. Chacune de ces aptitudes musculaires est donc évaluée par deux tests, soit l'un pour évaluer les membres supérieurs et l'autre pour évaluer les membres inférieurs. Contrairement à la SCPE, l'ACSM propose différents tests (maximaux et sous-maximaux) pour évaluer l'aptitude aérobie. De plus, le protocole de l'ACSM diffère de celui de la SCPE en raison de l'interprétation des résultats. Pour l'ACSM, les résultats possibles sont présentés de façon quantitative dans des tableaux et classés en percentiles selon le genre et l'âge de l'individu. Pour la SCPE, l'interprétation des résultats est plutôt qualitative. Pour chaque aptitude évaluée, le résultat est classé selon les bénéfices santé qui y sont associés en fonction de l'âge et du genre de l'individu. L'ACSM présente donc une évaluation plus spécifique des aptitudes musculosquelettiques et une plus grande variété de tests pour évaluer l'aptitude aérobie tandis que la SCPE présente une interprétation des résultats plus élaborée que l'ACSM.

L'évaluation de l'aptitude cardiovasculaire, ou aérobie, représente la mesure de l'efficacité combinée des poumons, du cœur et du système sanguin à fournir l'O₂ nécessaire aux muscles actifs et l'efficacité des muscles à utiliser cet O₂ pour produire de l'énergie (78). En améliorant la capacité aérobie, le degré de difficulté des AVQ diminue, ce qui permet de conserver une plus grande réserve d'énergie pour les loisirs. L'évaluation de l'aptitude aérobie occupe une place importante dans le cadre d'une évaluation complète de la condition physique. Elle peut être évaluée par un test maximal (on demande au sujet d'effectuer un effort maximal et le test s'arrête lorsque le sujet n'a plus la capacité de répondre à une augmentation de l'intensité), ou sous maximal (le test s'arrête lorsque la FC atteint une certaine valeur prédéterminée, souvent 85% de la FC prédite, et les données sont extrapolées pour évaluer la capacité maximale du sujet). Chez les sujets coronariens, un test maximal est généralement employé. Ce type de test s'effectue dans un milieu clinique sur tapis roulant ou ergocycle, et est d'autant plus important pour les patients coronariens qu'il permet d'évaluer la tolérance à l'effort, la variation de l'ECG et des paramètres hémodynamiques ainsi que la manifestation de symptômes d'angine. En général, seul un test d'évaluation de l'aptitude aérobie est effectué dans un contexte de MCAS, dont les finalités sont thérapeutiques, diagnostiques et/ou pronostiques.

L'évaluation des aptitudes musculosquelettiques permet, quant à elle, d'identifier le niveau de force et d'endurance musculaires de certains groupes musculaires. Selon l'ACSM, les tests d'aptitudes musculaires sont spécifiques au groupe musculaire sollicité, au type de contraction, à la vitesse d'exécution, à l'équipement utilisé ainsi qu'à l'amplitude du mouvement exécuté. Il est donc impossible d'évaluer les aptitudes de tous les groupes musculaires avec un seul test. La littérature propose d'ailleurs divers tests permettant d'évaluer les différentes aptitudes chez la population asymptomatique. À titre d'exemple, le « Senior Fitness Test » (76) regroupe différents tests pour une population asymptomatique plus âgée (60 à 94 ans), et la NSCA (70) propose différents protocoles s'adressant surtout à une clientèle sportive. Des tests généraux tels que le test de la force de préhension (force musculaire des membres supérieurs) et le test d'extensions des bras ou push-up (endurance des membres supérieurs), sont aussi utilisés dans plusieurs études afin d'évaluer les gains de force et d'endurance musculaires suite à un programme d'exercices.

Dans le cadre de la présente étude, nous nous intéressons à l'aspect musculaire des protocoles d'évaluation, c'est pourquoi à partir de la prochaine section nous traiterons uniquement des tests d'aptitudes musculosquelettiques.

1.4.2 Protocole d'évaluation pour les sujets sans MCAS

Protocole de l'ACSM

L'ACSM propose un protocole complet d'évaluation de la condition physique avec des tests dont la validité et la fidélité ont été démontrées. Les tests suggérés par cet organisme sont : FC, PA, taille, poids, ECG si pertinent (mesures de repos); test sous maximal sur ergocycle selon le protocole de l'organisme « Young Men's Christian Association » (YMCA) ; 1,4,6 ou 8 RM au développé couché et au développé des jambes (force musculaire des membres supérieurs et inférieurs); nombre maximal de redressements assis et d'extensions des bras (endurance musculaire des abdominaux et des membres supérieurs); flexion du tronc sur les jambes en position assise par le Sit-and-reach, selon le protocole de la SCPE ou du YMCA (flexibilité des ischio-jambiers et des muscles lombaires). À la suite de cette évaluation, des grilles de classement pour chaque paramètre musculosquelettique mesuré permettent d'identifier à quel percentile se situe le sujet selon son âge et son genre. Tel que suggéré par l'ACSM, l'interprétation des résultats suite à cette évaluation doit se faire par un professionnel. Les informations fournies par cette évaluation constituent le point de départ pour fixer des objectifs à court et à long terme, à la prescription d'un programme d'exercices ainsi qu'à la réévaluation éventuelle de ces paramètres afin de mesurer les

progrès du client (3).

Protocole de la SCPE

Tel que mentionné précédemment, l'évaluation de la condition physique établie par la SCPE via le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » se distingue des autres protocoles pour son approche globale de la santé. Selon la SCPE, l'état de santé de la population est fonction de différentes composantes telles que l'environnement physique, l'environnement social et économique, les services de santé, les habitudes personnelles en matière de santé ainsi que la capacité et les habiletés individuelles. Ainsi, ce guide encourage la modification des habitudes de vie en prônant une vie saine et active par le biais de divers outils et grilles d'évaluation, mais aussi par l'évaluation et l'interprétation de la condition physique générale des individus. Les différents tests utilisés touchent trois composantes de la santé : la composition corporelle, l'aptitude aérobie et les aptitudes musculosquelettiques. Concernant l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques, on retrouve les protocoles suivants : 1) force de préhension pour évaluer la force musculaire 2) extensions des bras et 3) redressements assis partiels (RAP) pour évaluer l'endurance musculaire 4) flexion avant du tronc pour évaluer la flexibilité et 5) saut vertical pour évaluer la puissance musculaire. Les résultats obtenus sont comparés à des normes canadiennes et permettent de situer l'individu selon son genre et son âge. L'interprétation des résultats se fait en termes d'effets bénéfiques associés à la santé (78). Ce protocole d'évaluation sera abordé de façon plus exhaustive ultérieurement.

Protocole de la NSCA

La NSCA propose une variété de tests utiles dans un contexte de performance sportive (70). Parmi les différents protocoles suggérés, afin de choisir les tests appropriés l'évaluateur doit tenir compte : du système énergétique requis, de la spécificité des mouvements, des expériences antérieures et du niveau d'entraînement de l'athlète ainsi que de l'âge et du genre de ce dernier. Selon la NSCA, les différents tests sont effectués dans le but d'évaluer les habiletés physiques et techniques de l'athlète, la qualité du programme d'entraînement ainsi que pour l'établissement d'objectifs d'entraînement réalistes. Les protocoles proposés permettent donc d'évaluer différents paramètres de la condition physique des athlètes.

Tel que mentionné par la NSCA, les tests de 1RM sont régulièrement utilisés dans le domaine sportif afin de mesurer la force musculaire. Des mouvements tels que le développé couché à la barre (force des membres supérieurs) ainsi que le développé des jambes avec barre aux épaules (force des membres inférieurs) sont grandement cités dans les écrits scientifiques. Les normes établies pour ces tests, selon

l'âge et le genre, sont aussi accessibles. Par conséquent, il est facile d'interpréter le résultat obtenu d'après l'âge et le genre de l'individu.

Afin de mesurer l'endurance musculaire, les protocoles de la NSCA suggèrent d'exécuter le nombre maximal de répétitions pour différents mouvements (70). À titre d'exemple, le test d'extensions des bras (push-up), est souvent cité dans les écrits scientifiques afin de mesurer l'endurance des membres supérieurs. La NSCA propose aussi d'exécuter un nombre maximal de répétitions avec une charge déterminée selon un certain pourcentage du 1RM ou du poids corporel. Certaines grilles d'interprétation sont disponibles pour des mouvements spécifiques correspondant à ce type de protocole.

La flexibilité est aussi un paramètre d'évaluation suggéré par la NSCA. Les tests de flexibilité les plus typiques sont ceux mesurant l'amplitude d'un mouvement à l'aide de la mesure de l'angle à l'articulation ainsi que le « sit-and-reach ».

Plusieurs autres protocoles sont suggérés par la NSCA afin d'évaluer des paramètres tels que l'agilité, la vitesse, la capacité aérobie, la capacité anaérobie et la puissance musculaire. Pour chaque protocole proposé, une grille d'interprétation selon l'âge et le genre de l'individu est présentée (70).

Senior Fitness Test (SFT)

Bien que l'activité physique ait longtemps été destinée à une population de jeunes adultes, il en est tout autrement aujourd'hui. L'espérance de vie des aînés étant plus élevée que pour les générations précédentes, le maintien de la capacité fonctionnelle est devenu une préoccupation chez cette population. La diminution de la capacité fonctionnelle se manifeste chez les aînés par une diminution de la capacité physique à réaliser les AVQ de façon autonome et sécuritaire, sans ressentir une fatigue excessive (76). Afin de conserver une certaine autonomie dans les AVQ, il est important d'identifier précocement la diminution de la capacité fonctionnelle chez les aînés. Pourtant, jusqu'à récemment la littérature présentait surtout des protocoles de tests pour évaluer les aptitudes physiques chez l'adulte, non spécifiques aux aînés. De tels protocoles sont souvent inappropriés, non sécuritaires ou trop difficiles à exécuter pour plusieurs aînés. Certains tests existent pour des aînés plus frêles mais ils sont par contre trop faciles à exécuter et pas suffisamment exigeants pour évaluer la condition physique générale chez les aînés ayant une capacité fonctionnelle moyenne (76). Afin de pallier à cela, Rikli et Jones ont proposé le « Senior Fitness Test ». Ce protocole regroupe une batterie de tests permettant d'évaluer la capacité physique des aînés à accomplir les AVQ : « Chair Stand Test, Arm Curl Test, 6-Minutes Walk Test, 2-Minutes Step Test, Chair Sit-And-Reach Test, Back Scratch Test, 8-Foot Up-And-Go-Test et IMC »

(Tableau 7). Le SFT permet de réaliser une évaluation de la condition physique des aînés de 60 à 94 ans plus ou moins déconditionnés et de détecter précocement certaines faiblesses pouvant éventuellement limiter les AVQ. Un fait intéressant concernant ce protocole d'évaluation est l'échelle d'interprétation des résultats présentée sous forme de percentiles pouvant convenir autant à des aînés déconditionnés qu'à des aînés ayant une bonne condition physique (76).

Tableau 7. Description du Senior Fitness Test

Tests	Aptitude mesurée	Description	Application de l'aptitude mesurée dans les A.V.Q.
Chair Stand Test	Force musculaire des membres inférieurs	Nombre maximal de fois qu'une personne peut se lever et s'asseoir en 30 secondes	Monter des escaliers, marcher, se lever d'une chaise, d'un fauteuil ou du siège de la voiture. L'amélioration de cette aptitude peut contribuer à diminuer les risques de chute
Arm Curl Test	Force musculaire des membres supérieurs	Nombre maximal de flexions du coude avec une charge de 5 (femmes) à 8 (hommes) livres qu'une personne peut exécuter pendant 30 secondes	Effectuer les tâches domestiques telles que soulever et transporter les petits-enfants, les sacs d'épicerie, les bagages, etc.
6-Minutes Walk Test	Endurance aérobie	Distance maximale pouvant être parcourue à la marche pendant 6 minutes	Marcher, monter les escaliers, faire les courses, effectuer des visites touristiques
2-Minutes Step Test	Endurance aérobie	Nombre maximal de flexions alternées des genoux en position debout, sur place	Marcher, monter les escaliers, faire les courses, effectuer des visites touristiques
Chair-Sit-And-Reach Test	Flexibilité des membres inférieurs	Assis sur le bout d'une chaise, le sujet doit juxtaposer les mains et tendre les bras vers le bout des orteils dans le but de les atteindre	Conserver une posture adéquate, un patron de marche normal et l'amplitude de mouvement nécessaire pour des tâches telles que se lever du bain ou du siège de la voiture
Back-Scratch Test	Flexibilité des épaules	Le sujet place une main sur son épaule et l'envoie vers son dos, l'autre main est placée dans le bas du dos dans le but de toucher à l'autre main	Se coiffer, mettre ou enlever un chandail, mettre une ceinture à son pantalon, attacher son soutien gorge etc.
8-Foot Up-And-Go Test	Agilité et équilibre dynamique	Temps nécessaire pour se lever d'une chaise et parcourir une distance de 8 pieds devant soi, faire un demi-tour et retourner s'asseoir sur la chaise	Effectuer des tâches qui requièrent une certaine vitesse d'exécution telles que descendre d'un autobus, répondre au téléphone, rattraper un objet, etc.
IMC	Composition corporelle	Poids (kg) divisé par la taille élevée au carré	Favoriser une mobilité fonctionnelle

Traduit de Rikli R.E. Jones J.C. *Senior Fitness Test Manual*, Fullerton, Human Kinetics, 2001 (76)

1.4.3 Variation des paramètres hémodynamiques chez les sujets sans MCAS

Il est d'abord important de mentionner que les tests d'aptitudes musculaires constituent un exercice musculaire en soi mais à une intensité plus élevée, voire maximale. Tel que mentionné précédemment, lors des exercices musculaires, les paramètres hémodynamiques sont influencés par plusieurs facteurs dont le nombre de répétitions, la charge appliquée, la masse musculaire impliquée ainsi que l'angle du mouvement exercé (64). Ce principe s'applique aussi pour les tests musculosquelettiques. Par conséquent, pour un même mouvement, la variation des paramètres hémodynamiques pendant un test d'aptitude musculaire (effort maximal) serait semblable à la variation observée pendant un exercice musculaire (effort sous-maximal), bien que des valeurs plus élevées soient attendues lors de l'évaluation en raison d'un effort plus élevé. Par exemple, d'après les résultats de DeGroot et al (23), la FC semble augmenter avec le % de RM pour un même nombre de répétitions lors d'un exercice musculaire : FC= 58% et 67% de la FC maximale lors de l'exécution d'un exercice musculaire à 40% et à 60% de 1RM, respectivement. Il en va de même pour la PA mesurée lors d'une étude de Haslam et al (43) où les sujets ont effectué des exercices musculaires (extension des genoux et flexion des coudes) à 20, 40, 60 et 80% de 1RM. Pour les deux exercices, chaque augmentation de 20% de 1RM a engendré une augmentation significative de la PAS et de la PAD. Par contre, dans une étude de Stralow et al (88), l'augmentation de l'intensité (40, 60 et 80% de 1RM) des exercices (extension des genoux, adduction de la hanche, flexion de l'épaule, flexion des coudes) n'a pas engendré d'augmentation significative de la PAS. Dans une autre étude, McCartney et al (61) ont observé une PAS significativement plus élevée à 60% de 1RM comparativement à 80% de 1RM lors d'une flexion du coude. DeGroot et al (23) ont aussi comparé la PAS à différentes intensités et temps de récupération (40%- 30; 40%- 60; 60%- 30 et 60% de 1RM- 60 secondes de récupération). Seule la PAS mesurée à 60% de 1RM suivie de 30 secondes de récupération fut significativement plus élevée. Dans cette étude, une intensité plus élevée combinée à un temps de récupération plus court semble engendrer une PAS plus élevée. Dans une étude de Lamotte et al (56), c'est le nombre de répétitions qui a augmenté significativement la PAS. Lors d'un exercice d'extensions des genoux, la PAS fut significativement plus élevée pour 17 répétitions à 40% de 1RM comparativement à 10 répétitions à 70% de 1RM. Selon ces études la PAS est influencée par plusieurs facteurs et est difficilement prévisible d'un protocole à l'autre. Contrairement à la FC, la relation entre l'augmentation de la PAS et l'intensité de l'exercice musculaire ne semble pas clairement définie. Par contre, l'augmentation du nombre de répétitions semble influencer à la hausse la PAS. Par conséquent, un test d'endurance musculaire serait plus susceptible d'augmenter la PAS qu'un test de force maximale (1RM).

Une augmentation plus élevée de la PAS lors des tests d'endurance musculaire pourrait s'expliquer par une activité métabolique plus importante qui ne se limite pas qu'aux tissus musculaires. Par exemple, suite à l'augmentation des ions H^+ dans les muscles, ceux-ci s'accumulent dans le sang tel que mentionné pour les exercices aérobies, et favorisent l'augmentation rapide de la fréquence et de la profondeur de la respiration afin de rétablir le pH sanguin vers sa valeur initiale. Un fait intéressant, McCartney (64) a observé que l'augmentation de la charge relative a un effet plus important sur la réponse circulatoire comparativement à l'augmentation de la charge absolue. Cela s'explique par le fait que plus l'intensité relative de l'exercice musculaire se rapproche de la valeur maximale (100% de la contraction maximale volontaire), plus les unités motrices participent à la contraction musculaire et par conséquent plus la demande en O_2 aux muscles actifs est élevée. Les mécanismes centraux sont alors fortement sollicités ce qui engendre l'augmentation des paramètres hémodynamiques.

Bref, lors de tests de force maximale (1RM), les valeurs hémodynamiques augmentent rapidement mais puisque l'effort est maintenu que sur une très courte période, ces valeurs n'atteignent généralement pas des valeurs aussi élevées que celles observées lors des tests où plusieurs répétitions consécutives sont exécutées. De plus, tel que mentionné précédemment, la variation de la FC et de la PA sont influencées par le type de protocole utilisé en raison de facteurs tels que la masse musculaire, le type de contraction, le temps de récupération ainsi que la charge relative qui sont spécifiques aux différents protocoles. Finalement, tel que mentionné pour un exercice musculaire, l'augmentation très brève de la PAS pendant un test musculosquelettique ainsi que sa diminution rapide après le test, seraient sans conséquence chez un individu sans MCV.

1.4.4 Pertinence de l'évaluation de la condition physique chez les sujets avec MCAS

Tel que mentionné ci-dessus, chez la population asymptomatique plusieurs protocoles d'évaluation de la condition physique générale sont disponibles. Par contre, en réadaptation cardiaque, ce sont généralement les paramètres cardiovasculaires qui sont évalués lors de l'épreuve d'effort, et qui servent de base pour la prescription d'exercice. L'épreuve d'effort communément utilisée dans les programmes de réadaptation cardiaque s'effectue sur tapis roulant ou sur ergocycle et a pour but d'évaluer la capacité à l'effort et la réponse hémodynamique du patient à différents niveaux d'effort. Cette évaluation est un outil très utile pour les professionnels de la santé afin d'établir un diagnostic, un pronostic, d'évaluer ou de choisir un traitement, ou d'émettre des recommandations réalistes au sujet de la reprise des activités des patients. Par

contre, l'épreuve d'effort correspond à l'évaluation d'un seul paramètre de la condition physique, soit la condition cardiorespiratoire (71). Puisque les aptitudes musculosquelettiques ne sont pas évaluées présentement dans les programmes de réadaptation cardiaque, et que les fonctions musculaires sont nécessaires à la réalisation des AVQ, l'évaluation de la capacité à l'effort est faiblement prédictible de la capacité du patient à accomplir les AVQ (59).

Une évaluation plus globale de la condition physique du patient pourrait s'avérer très utile en réadaptation cardiaque afin d'identifier précocement les patients les plus susceptibles d'améliorer leur capacité fonctionnelle. Dans un programme de réadaptation cardiaque, l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques combinée à l'épreuve d'effort cardiovasculaire permettrait aux professionnels de la santé de renseigner le patient sur sa condition physique générale, de l'orienter dans l'adoption de saines habitudes de vie, d'établir des objectifs réalistes d'activités et d'orienter la prescription vers le type d'exercices le mieux adapté à ses besoins et à sa capacité. La prescription d'exercices serait donc plus personnalisée et pourrait s'avérer plus efficace et sécuritaire. De plus, puisque les programmes de réadaptation cardiaque tendent de plus en plus à intégrer des exercices musculaires (74), on peut supposer qu'il serait pertinent d'utiliser certains protocoles d'évaluation d'aptitudes musculaires ou d'évaluation de la capacité fonctionnelle chez la population coronarienne. La « North Carolina Cardiopulmonary Rehabilitation Association » propose d'ailleurs que l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques ainsi que l'entraînement en résistance puissent être effectués tôt, soit deux à huit semaines après un événement cardiaque, sans engendrer de conséquences cardiovasculaires défavorables (92). L'AHA et l'ACSM vont également en ce sens puisque ces organismes ont approuvé les recommandations de Pollock et al (74) qui, suite à une revue de 12 études, affirment que les tests et l'entraînement musculaires sont sécuritaires chez des patients coronariens stables de sexe masculin. Différents protocoles d'évaluation pour les coronariens sont d'ailleurs présents dans les écrits scientifiques: questionnaires d'habileté à exécuter des AVQ et questionnaires de perception de sa propre condition physique, tests reflétant les exigences de la vie quotidienne ainsi que différents tests d'aptitudes musculosquelettiques utilisés afin d'évaluer la qualité des programmes d'exercices en réadaptation cardiovasculaire. Plusieurs de ces tests sont décrits dans la section suivante.

1.4.5 Protocole d'évaluation pour les sujets avec MCAS

Les questionnaires

Différents types de questionnaire sont utilisés selon les objectifs d'évaluation. Dans les différentes études consultées, plusieurs auteurs ont entre autres demandé aux patients de répondre au questionnaire MOS SF-36 (Medical Outcome Study Short Form 36 items Health Survey) (6, 71, 75, 97). Ce questionnaire a pour but d'évaluer la qualité de vie (capacité à profiter des loisirs, des joies d'une vie familiale, des satisfactions obtenues dans le travail, etc.) en fonction des pathologies. Le MOS SF-36 est une échelle auto-administrée qui comprend 8 sous-échelles de la qualité de vie liée à la santé : l'activité physique, les limitations liées à des problèmes physiques, la santé psychique, les limitations liées à des problèmes émotionnels, les relations sociales, la vitalité, la douleur physique et la perception générale de l'état de santé (57). Dans une étude effectuée par Ades et al (6), ce questionnaire fut d'ailleurs corrélé avec d'autres variables mesurées telles que : VO₂max (R=0,62), durée de l'épreuve d'effort sur tapis roulant (R=0,61), indice de dépression (-0,60), force de préhension (0,42) et comorbidité (-0,40) (P < 0,01 pour toutes ces variables). Outre Ades et al, plusieurs autres études citées par Pepin, Alexander et Phillips 2004 (71) ont utilisé ce type de questionnaire ou un dérivé entre 1995 et 2003 afin d'évaluer l'efficacité générale d'un programme de réadaptation cardiovasculaire, l'efficacité de la fréquence ou de l'intensité des exercices, etc. Ces auteurs ont aussi comparé des études dont l'évaluation de la capacité fonctionnelle était basée sur une performance physique à des études dont la capacité fonctionnelle était évaluée par des questionnaires d'auto-évaluation. Selon les comparaisons effectuées, il semblerait qu'une évaluation basée sur une performance physique (épreuve d'effort maximal sur tapis, tests musculosquelettiques, etc.) soit plus sensible à une augmentation de la capacité fonctionnelle. En effet, suite à une diminution de leur condition cardiorespiratoire, les patients réduisent considérablement leurs AVQ. Selon Pépin et al (71), il serait difficile pour ces patients de constater une augmentation légère de leur capacité fonctionnelle à travers la pratique de leurs activités. Par contre, seulement deux études ont évalué la capacité fonctionnelle par un effort physique en comparaison à plusieurs études qui ont utilisé des questionnaires. C'est pourquoi ces auteurs affirment que des études supplémentaires sont nécessaires afin de tirer des conclusions formelles au sujet de ces deux types d'évaluation de la capacité fonctionnelle (71).

Bref, il semblerait que les auto-évaluations de la santé physique et émotionnelle des coronariens par des questionnaires tels que le MOS SF-36 aient été bien validées dans la littérature. L'évaluation de la qualité de vie par le MOS SF-36 est utilisée chez des sujets avec certaines pathologies, mais elle semble surtout utilisée chez des sujets âgés de 65 ans et plus (6, 8, 10, 71, 75). Cela pourrait s'expliquer en partie par un

déconditionnement plus marqué chez la population âgée et par les risques de blessures que pourraient engendrer certains tests musculaires maximaux.

Tests de nature fonctionnelle

Les tests de nature fonctionnelle imitent certaines AVQ et permettent d'évaluer la capacité d'un individu à accomplir des tâches spécifiques à sa vie quotidienne et d'observer la fluctuation des paramètres hémodynamiques pendant l'exécution de la tâche. On peut supposer que les informations tirées d'une évaluation fonctionnelle pourraient même sécuriser les patients coronariens en les guidant vers des tâches spécifiques correspondant à leur capacité. À titre d'exemple, Wilke et collègues (97) ont évalué la capacité fonctionnelle à réaliser des activités ménagères chez 26 femmes coronariennes et 10 femmes sans MCAS. Les tâches à exécuter étaient : repasser, transporter des sacs d'épicerie, balayer le plancher, passer l'aspirateur, passer la vadrouille, changer les draps d'un lit et laver le plancher en appui sur les genoux. Pour chaque tâche exécutée, l'ECG et la FC étaient continuellement enregistrés, la VO₂ était enregistrée à toutes les deux minutes et la pression artérielle mesurée 30 secondes après chaque mesure de la VO₂. La perception d'effort était aussi demandée à la fin de chaque tâche. Les quatre tâches correspondant à la plus grande consommation d'oxygène (passer l'aspirateur, passer la vadrouille, changer les draps d'un lit, laver le plancher en position accroupie) furent aussi exécutées par dix femmes sans MCAS. Chez les deux groupes de sujets, la VO₂ max, la FC, la PAS ainsi que la perception d'effort observées lors des tâches ménagères furent inférieures à ce qui fut observé lors de l'effort maximal sur tapis roulant. La PAD mesurée pour tous les sujets fut par contre plus élevée lors de la réalisation des tâches ménagères à l'exception du repassage et du transport des sacs d'épicerie. Les résultats obtenus lors de cette étude ont démontré que les tâches ménagères les plus courantes exigent un effort de 2 à 4 METS. Par conséquent, selon Wilke et al, les femmes ayant une capacité maximale d'effort supérieure ou égale à 5 METS pourraient réaliser la majorité des tâches ménagères qui correspondraient donc à moins de 80% de leur consommation maximale d'oxygène. De plus, avec ce type d'évaluation, il serait possible de recommander tout de même certaines tâches ménagères pour les femmes ayant une capacité maximale d'effort inférieure à 5 METS. Les auteurs de cette étude encouragent les professionnels de la santé à simuler ce genre de tâches de la vie quotidienne afin de faire des recommandations sur ce type d'activité ainsi que sur un programme d'exercices orienté vers le maintien de la capacité fonctionnelle.

On pourrait imaginer un protocole semblable avec plusieurs autres tâches domestiques telles que passer la tondeuse, pelleter la neige, jardiner, déplacer des meubles, etc. Bien que cette étude ait été menée auprès de femmes coronariennes, on pourrait tout aussi bien réaliser un protocole semblable pour des hommes

coronariens. À ce sujet, Sheldalh et al (82) ont évalué la consommation d'oxygène lors d'une activité où 8 sujets coronariens devaient tondre la pelouse mécaniquement à l'aide d'une tondeuse conventionnelle pendant 30 minutes consécutives. Ils ont comparé ce résultat à la VO₂ max mesurée lors de l'épreuve d'effort maximale sur tapis roulant. Les auteurs ont observé que la tonte de la pelouse exécutée de cette façon était sécuritaire chez ce type de patient (sujets coronariens dont la capacité maximale > 5 Mets) puisqu'elle exigeait environ 68% de la consommation maximale d'oxygène déterminée par l'épreuve d'effort sur tapis roulant. Les auteurs encouragent aussi ce type de patient à effectuer des tâches domestiques comme celle-ci afin de favoriser un mode de vie actif. Dans une autre étude, Franklin et collègues (33) ont mesuré les paramètres hémodynamiques observés pendant deux épreuves d'effort maximal soit, sur tapis roulant et sur ergomètre avec contribution des bras. Ces paramètres ont été comparés à ceux observés pendant le pelletage de la neige et pendant la poussée mécanique de la neige à l'aide d'une souffleuse. Les résultats de cette étude ont démontré que la FC moyenne mesurée à la deuxième et à la dixième minute de pelletage correspondait respectivement à 86 et 97% de la FC maximale. La PAS mesurée pendant le pelletage fut significativement plus élevée lorsque comparée à la poussée mécanique et à l'épreuve d'effort maximal sur ergomètre mais légèrement plus élevée lorsque comparée à l'épreuve d'effort sur tapis roulant. La consommation d'oxygène mesurée lors du pelletage et de l'épreuve d'effort maximal à l'ergomètre fut inférieure à celle mesurée pendant l'épreuve d'effort sur tapis roulant. Bref, selon ces auteurs, le pelletage engendre une demande élevée en O₂ au myocarde, des conditions favorables à l'ischémie myocardique et par conséquent, favorise les événements cardiaques.

En somme, les tests de nature fonctionnelle effectués auprès de la population coronarienne s'avèrent très pertinents en raison de l'application concrète des résultats sur le mode de vie des patients.

Tests pour évaluer la capacité à retourner au travail

Outre la diminution de la durée de convalescence suite à un événement cardiovasculaire, les programmes de réadaptation visent la reprise des activités professionnelles et de loisirs dans le respect des limites imposées par la maladie. Selon l'ACSM, afin d'optimiser le retour au travail, il serait préférable d'aborder le sujet avec le patient durant la période d'hospitalisation et de traiter des points suivants : déterminer les exigences du travail, fixer une date d'évaluation des capacités ainsi que du retour éventuel au travail, personnaliser la réadaptation selon les exigences de l'emploi, ainsi que déterminer les besoins particuliers reliés à l'emploi (3). Bien qu'une évaluation plus complète de la condition physique d'un patient coronarien puisse favoriser une prescription adéquate d'exercices, certains types de tests plus spécifiques peuvent renseigner le patient sur sa capacité à retourner au travail. Le moment approprié pour

un retour au travail varie selon le type d'événement cardiaque, l'intervention effectuée, les complications et le pronostic (36).

L'évaluation de la tolérance face aux exigences physiques de l'emploi peut s'avérer un outil intéressant pour la décision d'un retour éventuel au travail (36). Selon l'ACSM, l'épreuve d'effort sur tapis roulant ou sur ergocycle constitue un bon outil permettant de comparer la capacité d'effort évaluée lors du test à celle exigée par l'emploi du patient. Le retour au travail serait approprié dans la mesure où une journée de travail supérieure à 8 heures exige moins de 40% de la VO₂max atteinte à l'épreuve d'effort (36).

Pour plusieurs patients, l'épreuve d'effort maximal est suffisante pour évaluer la capacité à retourner au travail. Par contre, certains emplois ont des exigences spécifiques pouvant nécessiter une évaluation différente de la capacité fonctionnelle. Par exemple, des employés municipaux (cols bleus) doivent régulièrement soulever et transporter des charges, faire face à des températures élevées (été) ou basses (hiver) ainsi qu'au stress psychosocial et à la pression liée à l'emploi (36). Afin d'évaluer si la condition du patient coronarien rencontre les exigences d'un tel emploi, certains tests fonctionnels peuvent simuler les tâches de l'emploi (3). À ce sujet, Guttman et al (36) proposent deux protocoles :

- Test de transport de charge

Ce test a pour but d'évaluer la tolérance à l'effort pour une tâche qui exige une contraction isométrique combinée à un effort dynamique léger. Le patient doit marcher sur un tapis roulant à une vitesse de 2 milles à l'heure (mph) sans pente, en transportant une charge pendant 2 minutes. La charge initiale est de 20 livres et elle est augmentée de 10 livres à chaque palier jusqu'à un maximum de 50 livres. Le patient doit respecter une pause de 3 minutes entre les paliers, il est constamment sous lecteur ECG durant le test et sa pression artérielle est mesurée à la fin de chaque minute de transport.

- Levées répétitives

Ce test a pour but d'évaluer l'habileté du patient à exécuter un effort isométrique combiné à un effort dynamique de léger à moyen. Le protocole d'évaluation consiste à soulever de façon répétitive des charges de 30 livres du sol (ou d'une plate-forme) à une table pendant 8 minutes consécutives. Le patient a ensuite 2 minutes de repos et poursuit le deuxième palier de 8 minutes avec des charges de 40 livres. Le test se termine avec des charges de 50 livres. Pendant ce test le patient est sous lecteur ECG et sa pression artérielle est mesurée à la deuxième et à la huitième minute de chaque palier (le patient s'arrête momentanément et maintient la charge durant la lecture).

Afin d'évaluer les réponses métaboliques et hémodynamiques lors d'un test de transport de charges chez des patients en post IM, Sheldahl et collaborateurs (80) ont utilisé un protocole semblable à celui proposé par Guttman et al. Les patients ont marché 5 minutes à une vitesse de 1,9 mph d'abord sans charge, puis 5 minutes avec 20 livres et 5 de plus avec 30 livres, 3 minutes avec 40 livres et 2 minutes avec 50 livres. Entre chaque modification de la charge, le sujet devait s'asseoir et la PA ainsi que la FC étaient mesurées. Le sujet pouvait reprendre avec la charge suivante lorsque la PA et la FC se rapprochaient des valeurs de repos. La VO₂ correspondant au transport de chacune des charges fut mesurée et comparée à celle observée lors de l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. La VO₂ chez 16 patients lors du transport des boîtes de 50 livres correspondait à 67% de leur VO₂max. Les auteurs ont observé une augmentation progressive de la FC et de la PA moyenne selon l'augmentation de la charge à transporter. La PAS et la PAD maximales observées lors du transport de la charge la plus élevée furent supérieures à celles observées à l'intensité maximale de l'épreuve sur tapis roulant. Contrairement à la PAS et la PAD, la FC maximale fut moins élevée lors du test de transport de charge. L'augmentation des paramètres hémodynamiques (FC, PAS, PAD) par unité d'oxygène consommée fut supérieure lors du test de transport de charge, alors que les épisodes ischémiques furent moins nombreux. Selon les auteurs, cette observation s'expliquerait par le fait que le DP correspondant au test de transport de la charge fut moins élevé que celui observé lors de l'épreuve d'effort maximal. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par DeBusk et collègues (22), qui ont rapporté une FC maximale supérieure lors du test de transport de la charge. Selon Sheldahl et al, cela pourrait s'expliquer par la diversité des protocoles utilisés. En effet, une vitesse, une pente ou une charge différente influencent l'effort exigé lors du test et par conséquent la variation des paramètres hémodynamiques.

Dans une autre étude, Sheldahl et al (81), ont proposé un protocole différent afin d'évaluer la demande au myocarde lors de levées répétitives de diverses charges. Cette étude fut menée auprès de patients ayant subi un IM ou une angioplastie depuis au moins deux mois. Un test de transport de charges fut effectué auprès de 14 sujets alors que tous les sujets (n=25) ont effectué une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant et un test de levées répétitives. Le protocole de levées répétitives consistait à soulever des boîtes de 30 à 50 livres sur une hauteur de 33 pouces (83,8 cm) pendant 6 minutes consécutives. Il y a au total 4 blocs de 6 minutes. Les résultats furent comparés à ceux observés lors du test maximal sur tapis roulant ainsi qu'à ceux observés lors du test de transport de charges. Comparativement à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant, la FC maximale fut inférieure lors du test de levée de charge, la PAD fut significativement plus élevée et aucune différence significative ne fut notée pour la PAS. Par ailleurs, la

FC maximale et le double-produit furent plus élevés lors du test de levée de charge comparativement au test de transport mais moins élevés comparativement au test d'effort maximal sur tapis roulant. D'après les résultats de cette étude, on peut aussi supposer que l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant favorise une plus grande augmentation de la MVO₂ comparativement au test de transport de charge et de levées répétitives. Contrairement aux attentes, soulever des charges sur place de façon répétitive serait plus exigeant pour le myocarde que de déplacer les charges sur une distance donnée. Les trois tests utilisés demandent des aptitudes différentes : l'endurance cardiovasculaire pour le test maximal sur tapis roulant, la force et l'endurance musculaires pour les levées répétitives, la force musculaire ainsi que l'endurance musculaires et cardiovasculaire pour le test de transport de charge. C'est pourquoi la MVO₂ est spécifique au type de test utilisé. Ainsi, les tests de levées répétitives et de transport de charges peuvent être pertinents pour des patients qui occupent un emploi tel que commis d'entrepôt, manutentionnaire, etc.

La simulation des tâches exigées par l'emploi du patient peut représenter certains avantages tels que la présentation de données objectives pouvant influencer la décision pour un retour au travail sécuritaire, l'amélioration de la confiance de l'entourage face à la capacité du patient à effectuer les tâches exigées par son emploi, l'apport d'informations spécifiques à l'employeur concernant les tâches que le patient est en mesure de réaliser, ainsi que la modification de certaines techniques de travail pouvant diminuer l'exigence des tâches à effectuer (36). Bref, ce type d'évaluation peut apporter des informations pertinentes au sujet de la capacité du patient à retourner sur le marché du travail. Par contre, il ne semble pas requis dans tous les cas, et les patients qui pourraient en bénéficier sont ceux pour qui l'employeur doute de leur capacité à accomplir les tâches demandées, ou lorsque l'entourage, ou le patient lui-même est en désaccord avec un éventuel retour au travail par crainte d'un événement cardiaque (36).

Autres tests

- Force de préhension

Le test de force de préhension, qui permet de mesurer la force des muscles de l'avant-bras est très souvent cité dans les études effectuées chez les coronariens, à titre d'indice de force des membres supérieurs ou même de force musculaire générale. Toutefois, la validité de ce test comme mesure de la force générale a été remise en question puisque la force musculaire des avant-bras ne refléterait pas nécessairement la force de l'ensemble des masses musculaires de l'individu. La SCPE recommande d'ailleurs d'être vigilant dans l'interprétation du résultat de ce test. Par exemple, un individu qui utilise souvent ses bras comme soulever régulièrement de lourdes charges dans le cadre d'un travail ou jouer au tennis, est susceptible

d'avoir un résultat élevé à ce test.

Le test de force de préhension consiste à serrer la poignée d'un dynamomètre avec la plus grande force possible sur une courte période de temps (quelques secondes). Le test est effectué pour chaque main et c'est la somme de la force générée par les deux mains qui représente le résultat à interpréter. Les avantages à utiliser ce test sont la simplicité du protocole, le peu de matériel nécessaire, le fait qu'il soit communément utilisé, ce qui permet de comparer facilement les données, ainsi que la spécificité pour chaque main. Par ailleurs, il semblerait que ce type de contraction (isométrique) favorise l'augmentation de la FC, de la PAS, de la PAD, du DP et par le fait même un travail accru du myocarde, condition favorable au développement d'ischémie chez les individus à risque. C'est pourquoi le travail en isométrie était traditionnellement contre-indiqué pour les patients coronariens (45, 66, 77). Tel que mentionné précédemment, aujourd'hui ce type de contraction n'est plus contre-indiqué sous certaines conditions. Cependant, l'exercice isométrique intense ou soutenu pendant plusieurs secondes ne serait pas sécuritaire chez les patients ayant une faible fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG), en raison de la pression élevée contre laquelle le myocarde doit travailler pendant ce type de contraction.

Les premières études ayant utilisé le test de force de préhension auprès de patients coronariens rapportent des résultats contradictoires. Une étude effectuée par Jackson (49) a observé l'apparition d'un sous-décalage du segment ST ou de symptômes d'angine suite à un test de force de préhension chez 10 des 16 patients coronariens étudiés. Le nombre élevé de sous-décalages peut s'expliquer par le fait que les sujets étaient connus comme étant ischémiques avant le début de l'étude. Dans une autre étude aussi effectuée chez des sujets ischémiques connus, Haisley et collaborateurs (39), ont conclu que le test de force de préhension engendrait rarement des symptômes d'angine et que la présence de sous-décalages du segment ST dépendait de la force appliquée lors de la contraction : les résultats les plus élevés ont été observés chez les sujets pour lesquels un ou des épisodes de sous-décalages furent observés. De plus, Kerber et al (53) ont observé un changement du segment ST chez 3 des 90 patients lors d'un test de force de préhension, comparativement à 25 des 90 patients pour un test d'effort sur tapis roulant. Dans ce dernier cas, tous les sujets pour lesquels un sous-décalage du segment ST a été observé au test de force de préhension, un sous-décalage a aussi été observé lors du test maximal sur tapis roulant. Malgré cela, la PAD fut supérieure lors du test de préhension comparativement à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Le DP fut par contre plus élevé lors de l'épreuve maximale sur tapis comparativement au test de force de préhension. Aucune arythmie soutenue et aucun épisode de tachycardie ventriculaire ne sont survenus au cours de l'étude. Ces auteurs ont donc conclu qu'un exercice isométrique est moins favorable

au développement d'une ischémie du myocarde qu'un exercice dynamique intense. L'augmentation de la PAD durant l'exercice isométrique pourrait retarder le développement de l'ischémie. En effet, tel que mentionné précédemment, l'augmentation de la PAD pendant un exercice musculaire augmenterait la perfusion du myocarde et le flot sanguin aux régions obstruées et favoriserait le développement de vaisseaux collatéraux (20, 22, 23, 27, 53). De plus, selon Kerber et al (53), il semblerait que si le test aérobic maximal s'effectue sans sous-décalage du segment ST, le test de force de préhension ne représenterait pas de risque majeur pour ce type de patients. D'autres résultats ont été observés par Chaney et al (15) pour des tests de force musculaire. Ceux-ci ont comparé certains paramètres cardiaques à l'effort maximal sur tapis roulant avec ceux obtenus lors d'un test de force de préhension, et ont observé une PAS maximale égale ou plus élevée lors du test sur tapis roulant chez 74 % des patients, et une PAD plus élevée lors du test de préhension chez 95% des patients. De plus, ils ont noté moins d'événements ischémiques ou arythmiques lors du test de préhension que lors du test sur tapis roulant.

Suite à une recension d'études sur le sujet, Mitchell et Wildenthal (69) ont conclu que les contractions isométriques sont très présentes dans les AVQ et qu'il est pertinent de substituer progressivement quelques exercices dynamiques par des exercices isométriques lors de l'entraînement de patients atteints de MCV. Par contre, ils ont ajouté qu'une contraction isométrique n'est pas favorable pour certains patients atteints de MCV et pour la population hypertendue, lorsqu'elle engendre une augmentation prononcée de la PAS et de la FC, qui engendrent une augmentation de la demande en O₂ au myocarde qui pourrait ne pas être comblée. Tel que suggéré par des auteurs précédemment cités, Mitchell et Wildenthal suggèrent aussi aux patients avec une FEVG réduite d'éviter ce type de contraction en raison de la forte pression qu'il engendre. Pour les patients coronariens ou hypertendus, il est préférable d'initier ce type de contraction sous supervision. D'après l'étude de Flessas et collègues (28) où le test de force de préhension fut exécuté à intensité sous-maximale (30% de la contraction maximale volontaire (CMV) pendant 5 minutes), la réponse à ce type d'effort serait variable chez les patients avec MCAS : augmentation de la pression télé-diastolique et du volume télé-systolique du ventricule gauche, diminution du volume télé-diastolique du ventricule gauche et de la fraction d'éjection, augmentation des anomalies régionales de la contractilité ainsi que des arythmies. Au sujet de cette étude, il est important de spécifier certaines sources d'erreur comme la pratique de la manœuvre de Valsalva chez certains sujets et la relation entre la pression et le volume télé-diastolique qui repose sur des mesures non simultanées. Selon les auteurs de cette étude ces quelques sources d'erreur pourraient en partie, justifier la variabilité des résultats. Finalement, suite à une recension des écrits concernant l'entraînement musculaire en réadaptation cardiovasculaire, Verrill et Ribisl (93) affirment que la majorité des études démontrent qu'une force de préhension exercée seule ou

combinée à un exercice dynamique produit moins d'abaissement du segment-ST qu'un test maximal sur tapis roulant.

Bref, certains auteurs ont démontré que le test de force de préhension n'engendrait pas plus de manifestations d'arythmies, d'ischémie, de dysfonctionnement du ventricule gauche ou de toute autre anomalie que l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Certains de ces auteurs ont aussi conclu que si un patient réalise une épreuve d'effort maximal sans signe anormal, le test de force de préhension serait sécuritaire pour lui. Il est tout de même important de spécifier que ce ne sont pas tous les auteurs qui sont arrivés à ces conclusions, puisque certains ont observé des épisodes d'ischémie, d'angine ou d'arythmie chez plusieurs de leurs sujets coronariens. Toutefois, ces patients étaient déjà connus pour avoir manifesté ces événements cliniques. Par ailleurs, le test de force de préhension est un outil pertinent afin d'orienter la prescription d'entraînement vers des exercices isométriques légers qui facilitent le retour au travail et aux AVQ, lesquels exigent des contractions isométriques fréquentes. Par conséquent, ce test pourrait être approprié pour des patients coronariens stables, ayant effectué une épreuve d'effort maximal normale et dont la PA est bien contrôlée.

Tableau 8. Variation des paramètres hémodynamiques lors du test de force de préhension

Auteurs	Sujets	Tests effectués	Force de préhension	Épreuve d'effort aérobie
Chaney et al 1983	n= 287 207 H 80 F	<ul style="list-style-type: none"> CMV pendant 60 secondes Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> FC : 95+/-17† PAS: 167+/-26† PAD: 110+/-15† DP: 16000+/-3836† E+: 10% des sujets 	<ul style="list-style-type: none"> FC: 144+/-22 PAS: 175+/-28 PAD: 96 +/-12 DP: 25400+/-6079 E+ : 40% des sujets
Flessas et al 1976	n= 42 29 MCAS 4 MCV 9 angine seul	<ul style="list-style-type: none"> 30% CMV pendant 5 minutes 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun symptôme d'angine Pas de dyspnée Aucune arythmie FC : MCAS= 95 MCV= 94 Sans MCV= 97 FE : MCAS= 53,3 MCV= 49,6 Sans MCV= 65,2 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune épreuve d'effort aérobie n'est présentée dans l'étude
Haissley et al 1974	n= 46 109 MCAS 72 HTA	<ul style="list-style-type: none"> 30, 50, 70, 90% de CMV Épreuve d'effort maximal sur ergocycle 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Sous-décalage segment ST:</u> 30% CMV= 3 50% CMV= 7 70% CMV= 6 90% CMV= 0 <u>FC* :</u> 30% CMV= 104 +/-3 50% CMV= 108 +/-3 70% CMV= 113 +/-3 90% CMV= 108 +/-4 <u>Angine :</u> 30% CMV= 1 50% CMV= 1 70% CMV= 0 90% CMV= 0 	<ul style="list-style-type: none"> Sous-décalage segment ST: 46 FC : 114+/- 4 Angine : 35
Helfant et al 1971	n= 28 <u>Groupe 1 :</u> 8 MCAS 11 MCV <u>Groupe 2 :</u> 9 Témoins	<ul style="list-style-type: none"> 1/3 CMV pendant 3 minutes 	<ul style="list-style-type: none"> <u>FC :</u> MCAS= 97 Témoins= 90** MCV= 107 <u>PAS :</u> MCAS= 150 Témoins= 156** MCV= 144 <u>Qc :</u> MCAS= 5,53 Témoins= 7,5** MCV= 5,5 <u>VES :</u> MCAS= 63,1 Témoins= 83,1** MCV= 51,4 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune épreuve d'effort aérobie n'est présentée dans l'étude
Kerber et al 1975	n= 140 <u>groupe 1 :</u> n=90 force de préhension vs tapis roulant <u>groupe2 :</u> n= 50 transport de charge vs tapis roulant	<ul style="list-style-type: none"> <u>Groupe 1 seulement :</u> - 50% MVC pendant 2 minutes - Épreuve aérobie sous-maximale sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Groupe 1 seulement :</u> E+= 3% des sujets FC= 105+/-4*** PAS= 143+/-4 PAD= 93+/-3*** DP= 15022+/-779*** Arythmie ventriculaire= 11 	<ul style="list-style-type: none"> <u>Groupe 1 seulement :</u> E+= 27,8% des sujets FC = 151+/-6 PAS = 148+/-8 PAD = 81+/-3 DP = 22270+/-1147 Arythmie ventriculaires = 10

† p< 0,001 Épreuve d'effort maximal vs force de préhension; *p< 0,05 à 0,01 Épreuve d'effort maximal sur ergocycle vs force de préhension toute intensité confondue; **p< 0,001 Groupe 1 vs groupe 2; ***p< 0,01 force de préhension vs tapis roulant FC= fréquence cardiaque (battements/minute); PAS= pression artérielle systolique (mmHg); PAD= pression artérielle diastolique (mmHg); DP= double-produit; FE : Fraction d'éjection; VES= volume d'éjection systolique (ml/battement); Qc= débit cardiaque (L/min); E+= électriquement positif; MVC= contraction maximale volontaire; MCAS= maladie coronarienne athérosclérotique; MCV= maladie cardiovasculaire; HTA= Hypertension artérielle; H=hommes; F= femmes (15, 28, 39, 45, 53)

- Force et endurance musculaires

Afin d'évaluer l'efficacité d'un programme d'entraînement en résistance chez les patients coronariens, plusieurs études ont utilisé différents types de tests mesurant la force et l'endurance musculaires (13, 14, 20, 21, 52, 61, 62, 79). Dans le cadre d'une étude ayant pour but de comparer les effets d'un entraînement aérobic seul à entraînement musculaire combiné à un entraînement aérobic, McCartney et al (61) ont évalué la force musculaire avant et après entraînement, ainsi que l'endurance musculaire après entraînement chez des patients coronariens. Pour évaluer la force musculaire, un test de 1RM a été fait au début et à la fin du programme pour des mouvements de flexion du coude, de développé des jambes et d'extension du genou. L'endurance musculaire fut mesurée seulement à la fin du programme, alors que les sujets devaient exécuter le nombre maximal de répétitions pour les mêmes mouvements, mais avec la charge de 1RM établie au début du programme. Puisque le but de cette étude ne consistait pas à évaluer la variation des paramètres hémodynamiques lors des tests d'aptitudes musculaires, les valeurs de FC, PAS et PAD ne sont pas mentionnées dans l'étude. Ces auteurs ont tout de même conclu que les tests de force et d'endurance musculaires exécutés semblent avoir été bien tolérés par les sujets coronariens, aucun symptôme d'angine et aucune ischémie n'ont été observés durant les programmes d'entraînement ni durant les tests. Dans une autre étude, Butler et al (14) ont évalué l'efficacité et la sécurité d'un programme d'entraînement musculaire en circuit pour les membres supérieurs. Un test de 1RM fut effectué pour chaque exercice et la prescription d'entraînement fut fixée à 40% de la charge correspondante à 1RM. Aucun signe d'ischémie ou d'arythmie ne fut relié aux tests. Butler et al affirment d'ailleurs que lorsqu'ils sont bien enseignés et supervisés, les tests de force maximale constituent un outil efficace et sécuritaire pour la prescription de l'entraînement musculaire chez la population coronarienne.

Tout comme McCartney et al, Crozier et al (20) ont mesuré la force et l'endurance musculaires dans le contexte d'un programme d'entraînement auprès de 9 sujets coronariens. Ils ont utilisé des tests de 1 RM pour mesurer la force musculaire et le plus grand nombre de RAP exécutés pour évaluer l'endurance musculaire. La FC et la PA ont été mesurées durant les tests ou immédiatement après, selon l'exercice effectué et un ECG a été enregistré continuellement. Aucun changement du segment ST et aucune arythmie n'ont été observés à l'ECG. La FC a augmenté légèrement durant les RAP par rapport au repos (89 vs 77 battements/minute au repos) et la PA est demeurée stable (128/77 vs 130/80 mmHg au repos). De plus, la FC et la PAS mesurées durant les tests de 1RM furent inférieures à la FC et à la PAS maximales mesurées lors de l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Par contre, durant les tests de 1RM et l'épreuve d'effort, la PAD est demeurée stable: développé couché (80+/- 9 mmHg), flexion des

coudes (80 \pm 10 mmHg) et flexion des genoux (87 \pm 13 mmHg), comparativement à l'épreuve d'effort sur tapis roulant (78 \pm 9 mmHg). Il est surprenant d'observer une PAS stable lors d'un test d'endurance musculaire (RAP). Tel que mentionné précédemment, puisque l'effort est prolongé et que la fatigue musculaire se manifeste au cours des répétitions, la PA augmente généralement de la 3^e répétition, jusqu'à la toute fin de l'exercice. Les sujets ont d'ailleurs effectué 17 répétitions en moyenne, ce qui serait suffisant pour générer une plus grande augmentation de la PAS. Par ailleurs, le fait que la FC et la PAS mesurées lors des tests musculaires soient inférieures à celles mesurées lors de l'épreuve d'effort maximal correspond à ce qui fut observé par d'autres auteurs, dont Faigenbaum et al (26) ainsi que Featherstone et al (27). Selon ces deux études, la FC maximale mesurée lors d'exercices à des intensités de 40 à 100% de 1RM fut toujours inférieure à la FC maximale mesurée à l'épreuve d'effort. De plus, selon les résultats de Faigenbaum et al, la PAS mesurée lors d'une contraction maximale volontaire fut significativement inférieure ($p < 0,01$) à celle mesurée lors de l'épreuve d'effort maximal sur tapis (132 \pm 14 vs 174 \pm 26, respectivement).

Plus précisément, au cours de leur étude, Faigenbaum et collaborateurs (26) ont demandé à 15 patients coronariens d'effectuer un test d'effort maximal sur tapis roulant, un test de 1RM ainsi que 2 séries de 7 répétitions à 75% de 1RM pour 7 mouvements sollicitant les membres supérieurs. L'observation des paramètres hémodynamiques a permis de constater que la FC, la PAS et le DP étaient plus élevés lors du test aérobie que lors du test de 1RM et aucune différence significative a été notée pour la PAD. Aucun symptôme d'angine ni d'ischémie a été observé lors du test de 1RM, alors que 20% et 33% des patients ont ressenti respectivement des symptômes d'angine ou ont manifesté de l'ischémie lors du test aérobie. Les troubles arythmiques furent aussi plus élevés lors du test aérobie (34% pour le test aérobie et 13% pour le test de 1RM). Tous les sujets ayant manifesté des troubles arythmiques lors des tests de 1RM avaient aussi manifesté des troubles arythmiques à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Les auteurs ont donc conclu que s'il n'y a pas d'épisode d'arythmie ventriculaire suite au test aérobie, il est peu probable que ce type d'épisode survienne lors du test de 1RM ou lors d'un entraînement musculaire modéré.

Quant à Beniamini et al (10), ils ont utilisé des tests de 1RM afin de déterminer la charge d'entraînement mais ils ont ajouté l'évaluation de l'endurance musculaire des sujets à la fin de l'étude pour des mouvements tels que extension des bras, traction, extension des genoux et développé des jambes. Le but de cette étude était d'évaluer différents paramètres de la qualité de vie de sujets coronariens avant et après un programme d'entraînement musculaire à intensité élevée. Aucune valeur hémodynamique mesurée

pendant l'effort n'est présentée par les auteurs. Par contre, on peut supposer que les tests et les exercices effectués au cours de ce programme furent bien tolérés chez les 38 patients inscrits car seulement 4 d'entre eux ont abandonné l'étude. De plus, ces abandons ne sont pas reliés à des complications cardiovasculaires : 3 sujets ont abandonné pour des raisons non reliées à l'étude et 1 sujet a abandonné en raison d'une douleur arthritique au genou exacerbée par les exercices aérobie et de flexibilité.

Daub et al (21) ont aussi observé la variation de la PA et de la FC chez 57 sujets masculins en post infarctus de 6 à 16 semaines, lors d'un test cardiovasculaire et d'un test de 1RM pour les mouvements suivants : développé assis, traction arrière à la poulie haute, développé militaire, traction inclinée à la poulie haute, extension des coudes et flexion des coudes. Les paramètres hémodynamiques observés lors de l'épreuve aérobie furent comparés à ceux des épreuves musculaires. Les tests de 1RM ainsi que l'entraînement musculaire ont généré une PA et une FC moins élevées comparativement au test et à l'entraînement aérobie (Tableau 9). Lors de l'évaluation et de l'entraînement musculaire, seulement un sujet a développé de l'arythmie, qui s'est révélée asymptomatique, aucun sujet n'a fait de l'angine, aucune ischémie et aucune anomalie de la PA ont été observées. Par contre, lors de l'évaluation ou lors des exercices cardiovasculaires, de l'ischémie a été notée chez 25 sujets, 12 ont fait de l'angine, 3 de l'arythmie, 2 de l'hypertension à l'effort et 3 de l'hypotension. Suite à l'analyse d'études semblables à la leur, Daub et al ont conclu que l'évaluation des aptitudes musculaires ainsi que l'entraînement en musculation de faible à moyenne intensité (20% à 60% de 1RM) engendrent une hausse acceptable du double produit autant chez les patients en post-infarctus de 6 semaines que les patients en post-infarctus de 16 semaines.

Tableau 9. Variation des paramètres hémodynamiques observés lors des tests et de séances d'entraînement en mode aérobie et musculaire chez les individus coronariens

	FC (bpm)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
Test aérobie maximal	145,9 +/- 19,5	184,4 +/-23,8	94,1 +/-11,2
Entraînement aérobie	110,9 +/-15,1	134,8 +/-14,6	84,3 +/-7,5
Test musculaire	100,5 +/- 17,6	139,1 +/- 15,6	88,4 +/-9,1
Entraînement musculaire	98,0 +/-12,7	125,5 +/-7,5	81,5 +/-7,5

Daub W.D., Knapik G.P., Black W.R., Strength Training Early After Myocardial Infarction. J of cardiopulmonary rehab 1996; 16 (2); 100-108. (21)

Dans le même ordre d'idées, lors d'un test d'extension du genou de 1RM exécuté par des patients participant à un programme de réadaptation cardiovasculaire, Lamotte et collaborateurs (56) ont observé des valeurs de pression artérielle systolique acceptables, soit égales ou inférieures à 220 mmHg.

Bref, aucune complication cardiovasculaire particulière n'a été rapportée dans la littérature lors d'exécutions de test de 1RM chez des sujets coronariens sous ECG. En effet, chez une population coronarienne sous suivi médical, l'observation des paramètres hémodynamiques pendant l'exécution de tests jusqu'à 100% de 1RM ne démontre généralement aucun sous-décalage significatif du segment-ST, d'arythmie ou de fluctuation anormale de la FC ou de la pression artérielle. Jusqu'à ce qu'un consensus soit établi, d'autres études sont cependant nécessaires afin que le test de 1RM soit considéré comme outil standard de détermination de la charge à l'entraînement chez les sujets coronariens (91).

En contrepartie, parmi les nombreuses recommandations émises par Bjarnason-Wehrens et collaborateurs (12) au sujet de l'entraînement en résistance, on retrouve la suggestion de ne pas utiliser les tests de force maximale dans le but de déterminer l'intensité adéquate d'un entraînement. Selon ces auteurs, ce type d'évaluation favorise la manœuvre de Valsalva et engendre une augmentation de la pression artérielle, ce qui n'est pas favorable chez les patients coronariens. De plus, afin d'éviter les blessures, il est important d'avoir une bonne condition musculosquelettique pour effectuer des tests de force maximale. Par ailleurs, plusieurs études ayant utilisés les tests de 1RM chez des sujets coronariens ne sont pas arrivées à ces mêmes conclusions. De façon générale, selon ces études, les tests de 1RM semblent avoir été bien tolérés par les sujets et avoir engendré une variation sécuritaire des paramètres hémodynamiques. D'après la majorité des études, on peut supposer que lorsqu'ils sont bien expliqués aux sujets, les tests de 1RM sont sécuritaires chez une population coronarienne de faible à moyen risque. Des études supplémentaires sur ce sujet seraient nécessaires afin d'émettre des recommandations plus précises.

Dans les programmes de réadaptation cardiovasculaire une grande proportion de patients coronariens sont plus âgés. Puisque ces derniers ont généralement une condition musculosquelettique plus faible (arthrites, arthrose, ostéoporose, etc.), il est important de bien évaluer la condition du patient et d'être vigilant lors de la réalisation des tests de 1RM (93). C'est pourquoi Pollock et al (72) ont conclu que les tests musculaires de 1RM sont inappropriés pour les hommes et les femmes âgés ou ayant des problèmes articulaires. Par contre, Shaw et al (79) ont démontré qu'avec une préparation spécifique, les tests de 1RM peuvent représenter une forme d'évaluation musculaire sécuritaire pour la population âgée. L'impact des tests de 1RM semble donc discutable chez les sujets plus âgés et leur utilisation est laissée à la discrétion du personnel des programmes de réadaptation cardiovasculaire (91). Suite aux études consultées, on peut supposer que les tests de 1RM seraient sécuritaires chez les sujets âgés si l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant est négative et sans arythmie significative, et que la condition musculosquelettique du patient est appropriée (pas de sarcopénie ni d'ostéoporose ou d'atteinte articulaire, etc.)

La plupart des études ayant utilisé des tests de 1RM ou d'endurance musculaire auprès de la population coronarienne avaient pour but d'évaluer l'efficacité d'un entraînement musculaire sur l'endurance et la force musculaires, de prescrire des exercices ou de comparer l'amélioration des paramètres musculaires suite à différents types d'exercice (musculaire, aérobie, flexibilité). Le tableau 10 présente la variation des paramètres hémodynamiques de plusieurs études qui ont utilisé des tests musculosquelettiques pour mesurer la force et l'endurance musculaires de sujets atteints de MCAS.

Tableau 10. Variation des paramètres hémodynamiques lors de l'évaluation de la force et de l'endurance musculaires

Auteurs	Sujets	Tests effectués	Particularité des tests musculosquelettiques utilisés	Paramètres mesurés ou observés lors des tests musculosquelettiques	Paramètres mesurés ou observés lors de l'épreuve d'effort aérobie
Beniamini et al 1997	n= 38 avec MCV 29 H 9 F	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Nombre maximal de répétitions avec 1RM initial (post entraînement seulement) Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-stations de type Bio-Dyne-14 Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun abandon relié aux tests 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune donnée disponible
Butler, Beierwaltes et Rogers 1987	n= 13 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> Appareils musculaires type Keiser Membres supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> ECG: E- chez tous les sujets Arythmie : 0 Angine : 0 Pas de dyspnée prononcée 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune donnée disponible
Butler, Palmer, Rogers 1992	n= 25 H avec MCV	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> Appareils musculaires de type Keiser Membres supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune douleur à la poitrine Arythmie soutenue : 0 Ischémie : 0 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune donnée disponible
Crozier, Holly et Amsterdam 1989	n= 10 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Nombre maximal de redressements assis partiels en 1 minute Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> Poids libres et banc d'exercice Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> FC : 72 à 108 PAS : 114 à 148 PAD : 78 à 87 Sous-décalage du segment ST : 0 Arythmie : 0 Angine : 0 	<ul style="list-style-type: none"> FC: 152 PAS: 162 PAD: 78
Daub, Knapik et Black 1996	n= 57 H post IM	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-stations de type Calgym Spectrum 1 Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> FC : 101+/-18† PAS : 139 +/-16† PAD : 88 +/-9† Angine : 0 Sous-décalage du segment ST : 0 	<ul style="list-style-type: none"> FC: 146 +/-20 PAS: 184 +/-23 PAD: 94 +/-11

Auteurs	Sujets	Tests effectués	Particularité des tests musculosquelettiques utilisés	Paramètres mesurés ou observés lors des tests musculosquelettiques	Paramètres mesurés ou observés lors de l'épreuve d'effort aérobie
DeGroot et al 1998	n= 9 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> • 1RM • Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> • Type d'appareils utilisés : inconnu • Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • VO2= 25 à 32% de la VO2 max • FC= 58 à 67% de la FC max • Angine : 0 • Pas de dyspnée • Arythmie chez 1 sujet (< 1 par minute) 	<ul style="list-style-type: none"> • VO2 max= 29,44+/- 9,10 • FC max= 144+/-10
Faigenbaum et al 1990	n= 15 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> • 1RM • Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> • Appareils musculaires type Nautilus • Membres supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Angine : 0 • Sous-décalage segment ST : 0 • ESV < 6/min : 2 • FC : 78+/-16* • PAS: 132+/-14* • PAD: 84+/-4 • DP: 10200+/-2000* 	<ul style="list-style-type: none"> • Angine: 3 • Sous-décalage segment ST: 5 • ESV < 6/min : 4 • FC: 144+/-28 • PAS: 174+/-26 • PAD: 86+/-11 • DP: 25400+/-7300
Featherston, Holly et Amsterdam 1993	n= 12 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> • 1RM • Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> • Poids libres et banc d'exercice • Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-décalage segment ST : 0 • Arythmie ventriculaire : 0 • FC < FC aérobie ** • PAS= 158+/-27 à 174+/-19 • PAD> PAD aérobie** • DP= 9051+/-2182 • Angine 0 • Arythmie : 0 	<ul style="list-style-type: none"> • Sous-décalage segment ST : 5 • Arythmie ventriculaire : 0 • FC > FC 1RM • PAS= 168+/-31 • PAD < PAD 1RM • DP= 9648+/-2141
Kelemen et al 1986	n= 43 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> • Force de préhension 1RM • Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamomètre de type Harpenden • Appareils musculaires Universal Gym • Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Angine 0 • Arythmie : 0 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune donnée disponible

Auteurs	Sujets	Tests effectués	Particularité des tests musculosquelettiques utilisés	Paramètres mesurés ou observés lors des tests musculosquelettiques	Paramètres mesurés ou observés lors de l'épreuve d'effort aérobie
Lamonte, Niset et Van de Borne 2005	n= 14 avec MCV	<ul style="list-style-type: none"> 1 RM 	<ul style="list-style-type: none"> Type de l'appareil musculaire utilisé : inconnu Membres inférieurs 	<ul style="list-style-type: none"> PAS < 220 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune évaluation effectuée
McCartney et al 1991	n= 24 H avec MCAS	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Nombre maximal de répétitions avec 1RM initial (post-entraînement) Moment de force maximal sur ergocycle Épreuve aérobie sous-maximale sur ergocycle 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-stations de type Global Gym Appareils musculaires de type Cybex Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Angine : 0 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune donnée disponible
Squires et al 1991	n= 13 (H)	<ul style="list-style-type: none"> 10 répétitions sous-maximales 	<ul style="list-style-type: none"> Appareils musculaires de type Eagle Fitness System Membres inférieurs et supérieurs 	<p><u>Variation des paramètres à l'effort par rapport aux valeurs de repos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> FC= augmentation de 19+/-7 PAS= augmentation de 21+/-16 PAS maximale à l'effort = 150 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune évaluation effectuée
Stewart et al 1998	n= 23 H post IM	<ul style="list-style-type: none"> 1RM Épreuve d'effort maximal sur ergocycle 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-station de type Universal Power-Pak 400 Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Ischémie : 0 Angine : 0 Aucun changement hémodynamique majeur 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune donnée disponible

Auteurs	Sujets	Tests effectués	Particularité des tests musculosquelettiques utilisés	Paramètres mesurés ou observés lors des tests musculosquelettiques	Paramètres mesurés ou observés lors de l'épreuve d'effort aérobie
Stralow et al 1993	n= 15 avec MCV 14 H 1 F	<ul style="list-style-type: none"> • 1RM • Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant 	<ul style="list-style-type: none"> • Appareils musculaires de type Nautilus • Membres inférieurs et supérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Angine : 0 • Sous-décalage du segment ST : 0 • Inversion de l'onde T : 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Angine : 0 • Sous-décalage du segment ST : 2 • Inversion de l'onde T : 0

†p < 0,05 Épreuve d'effort maximal vs tests musculosquelettiques; *p < 0,01 Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant vs tests musculosquelettiques; ** p < 0,05 Épreuve d'effort maximal sur tapis roulant vs tests musculosquelettiques; FC= fréquence cardiaque (battements/minute); PAS= pression artérielle systolique (mmHg); PAD= pression artérielle diastolique (mmHg); DP= Double-produit (mmHg/minute); ESV= Extrasystole ventriculaire; E- Électriquement négatif; IRM= 1 répétition maximale (10, 13, 14, 20, 21, 23, 26, 27, 52, 56, 61, 84, 87, 88)

En résumé, l'évaluation des aptitudes musculaires par le test de force de préhension, de 1RM ou autre, permet de déterminer la charge des exercices prescrits, d'évaluer la progression du sujet et l'efficacité de l'entraînement. D'après les études consultées, l'évaluation de la force et de l'endurance musculaires par des tests de 1RM et des contractions sous-maximales répétées sur une certaine période semblent sécuritaires (67, 92, 95) et utiles à la planification d'entraînement chez les patients coronariens. (4, 18, 92, 95). Ces tests ne sont toutefois pas standardisés.

Bien que des protocoles d'évaluation globale de la condition physique soient absents, différents protocoles d'évaluation globale sont proposés pour la population asymptomatique: SCPE, NSCA, ACSM. Les tests proposés par la SCPE, bien que standardisés, n'ont pas été évalués chez cette clientèle, sauf dans quelques études où le test de redressements assis partiels, d'extensions des bras ou de force préhension de la main ont été utilisés de façon isolée, et ont semblé sécuritaires pour les patients coronariens à faible et moyen risque.

1.5 Conclusion de la recension

En conclusion, les programmes de réadaptation cardiovasculaire font maintenant partie intégrante du traitement suite à un événement cardiovasculaire. Ce type de programme vise la modification des facteurs de risque et la reprise des AVQ. Un facteur de risque important des MCAS étant la sédentarité, plusieurs offrent la possibilité aux patients de suivre un programme d'exercices cardiovasculaires pendant une période variant généralement de 4 à 12 semaines. En raison des nombreux bienfaits qu'ils engendrent chez la population coronarienne, des exercices musculaires ont depuis peu complété la prescription cardiovasculaire de base dans les programmes de réadaptation. Tout comme les exercices cardiovasculaires, les exercices musculaires doivent être prescrits de façon méticuleuse afin de respecter la capacité d'effort des patients et d'optimiser les gains de force et d'endurance musculaires. Il est donc tout aussi pertinent d'évaluer la capacité d'effort musculaire afin de faire une prescription d'exercices personnalisée et sécuritaire. Bien que plusieurs études aient mesuré certaines aptitudes musculaires chez les patients coronariens, cette recension des écrits démontre l'absence de protocole d'évaluation globale des aptitudes musculosquelettiques et de grilles d'interprétation pour les sujets coronariens.

Parmi les études consultées, plusieurs ont utilisé des tests musculosquelettiques auprès de sujets coronariens afin de déterminer les charges à utiliser à l'entraînement, d'évaluer la progression des sujets ou de comparer l'efficacité de différents types de programme d'entraînement musculaire. Dans les cas où les paramètres hémodynamiques (FC, PAS, DP, ECG) ont été mesurés et comparés à ceux mesurés lors d'une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant, on constate de façon générale que les tests musculaires ont été moins exigeants pour le myocarde que l'épreuve d'effort maximal. Cependant, les tests musculosquelettiques utilisés dans le cadre d'études auprès de sujets coronariens ne sont pas standardisés et aucun protocole regroupant différents tests n'est proposé afin d'évaluer et d'interpréter la condition physique générale des patients coronariens, comme le propose entre autre la SCPE pour la population non-coronarienne. Par conséquent, aucune norme n'est proposée pour l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques de la population coronarienne et on ignore si les normes établies pour la population non-coronarienne s'appliquent à la population coronarienne. De plus, plusieurs patients se présentent dans différents centres de conditionnement physique où la batterie de tests de la SCPE sont utilisés de façon routinière. Il est donc essentiel d'en vérifier la sécurité pour cette clientèle.

Partie 2 Projet de recherche

2.1 Titre, buts et hypothèses

Titre : Évaluation des aptitudes musculosquelettiques chez les sujets coronariens

Buts de l'étude :

- Comparer les paramètres cardiaques mesurés lors des tests musculosquelettiques proposés par la SCPE avec ceux observés lors d'un test d'effort maximal sur tapis roulant chez des sujets coronariens stables.
- Comparer les paramètres cardiaques observés lors des tests musculosquelettiques de la SCPE chez des sujets coronariens stables à ceux observés chez des sujets sans MCAS.

Hypothèses de recherche :

- L'augmentation des paramètres hémodynamiques observée pendant les tests musculosquelettiques de la SCPE est inférieure à celle mesurée pendant l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant.
- Les tests musculosquelettiques de la SCPE peuvent être effectués autant par des sujets coronariens que par des sujets sans MCV.
- Les tests musculosquelettiques de la SCPE peuvent être effectués de façon sécuritaire, chez les patients coronariens à faible risque.

2.2 Méthodologie

2.2.1 Sujets

Sept cent cinquante sujets ont participé à une épreuve d'effort maximal au Centre de médecine préventive et d'activité physique de l'Institut de cardiologie de Montréal (ÉPIC) entre les mois de septembre et décembre 2005. De ce nombre, cent quarante-quatre sujets masculins répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion ont été retenus pour participer à cette étude. Ces critères sont présentés ci-dessous.

Critères d'inclusion

- Hommes
- Âgés entre 45 et 69 ans inclusivement
- Avec ou sans diagnostic de MCAS (scintigraphie myocardique positive, revascularisation, infarctus)
- État stable
- Épreuve d'effort maximal avec seuil ischémique ou angineux > 5 METs

Critères d'exclusion

- Angine ou ischémie à l'effort grade $\frac{3}{4}$, ou précocement positive (< 4METs)
- Fibrillation auriculaire (FA)
- Stimulateur cardiaque
- MCV autre que MCAS
- Limitations musculosquelettiques pouvant restreindre l'application des tests musculosquelettiques
- Toute condition médicale ou autre pouvant empêcher la participation sécuritaire aux tests

Après avoir consulté différentes études sur le sujet, la taille d'échantillon déterminée pour chaque groupe fut de 30 sujets. Les quatre-vingt premiers sujets de la liste ont dû être approchés afin de recruter 60 participants, soit 30 avec MCAS et 30 sans MCAS (groupe témoin). Suite à une révision des dossiers, 4 sujets préalablement classés sous MCAS ont été retirés de l'analyse statistique, puisqu'ils ne correspondaient pas aux critères diagnostiques de MCAS. Atteints d'une MCV autre que

MCAS, ces sujets n'ont pu être retenus pour le groupe témoin. De ce fait, 56 sujets ont été retenus pour l'analyse statistique : 26 sujets pour le groupe MCAS et 30 sujets pour le groupe témoin. Les caractéristiques de tous les sujets, le diagnostic des sujets MCAS et la médication prise par les deux groupes sont présentés respectivement dans les tableaux 1, 2 et 3.

Tableau 1. Caractéristiques des sujets

	Groupe MCAS (n= 26)	Groupe témoin (n= 30)
Âge	61+/- 7	60 +/- 5
Tour de taille supérieur à 102 cm (n)	10	9
IMC supérieur à 30,0 (n)	5	6
HTA (n)	10	6
Diabète type 1 ou 2 (n)	6	2
Antécédents familiaux positifs (n)	7	13
Dyslipidémie (n)	22	15
Tabagisme (n)	0	1
Sédentarité (n)	1	1

Tableau 2. Diagnostic des sujets MCAS

	Groupe MCAS
MIBI positif	5
Infarctus	2
Angioplastie	4
Pontage	5
Infarctus + angioplastie	7
Infarctus + pontage	2
Épreuve d'effort positive	1
Total	26

MIBI = Scintigraphie myocardique

Tableau 3. Médication prise par les sujets

Classes de médicaments	Témoin n (%)	MCAS n (%)	Total n (%)
Bêta-bloqueurs	1 (3,3)	11 (42,3)	12 (21,4)
Diurétiques	7 (23,3)	2 (7,7)	9 (16,1)
Inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	3 (10,0)	15 (57,7)	18 (32,1)
Bloqueurs des canaux calciques	4 (13,3)	8 (30,8)	12 (21,4)
Hypolipidémiants	10 (33,3)	25 (96,2)	35 (62,5)
Inhibiteurs d'aggrégation plaquettaire	9 (30,0)	25 (96,2)	34 (60,7)
Coumadin	0 (0)	1 (3,8)	1 (1,8)
Dérivés nitrés	0 (0)	2 (7,7)	2 (3,6)
Psychotropes	3 (10,0)	0 (0)	3 (5,4)
Autres	11(36,7)	7 (26,9)	18 (32,1)

2.2.2 Protocole

Le projet de recherche a été approuvé par le comité d'éthique et par le comité scientifique de l'Institut de cardiologie de Montréal (ICM). Les sujets qui ont participé à l'étude ont préalablement signé un formulaire de consentement éclairé.

Les tests d'effort maximal ont été supervisés par le personnel du centre ÉPIC et effectués sur un tapis roulant de marque Marquette. Il s'agissait d'effort progressif suivant le protocole « RAMP », limité par symptômes. Un ECG à trois dérivations a été monitorisé en continu tout au long des tests. Un ECG de douze dérivations a aussi été enregistré au repos, puis à toutes les minutes d'effort et pendant cinq minutes de récupération pour les patients avec MCAS et trois minutes pour les sujets sans MCAS. La PA a été mesurée au repos, à toutes les deux minutes d'effort et en récupération durant les mêmes périodes qu'à l'ECG. La perception de fatigue a été évaluée durant l'effort à l'aide de l'échelle de Borg (3). Les participants étaient invités à ne pas tenir les barres du tapis, ou pouvaient bénéficier d'un léger appui en cas de nécessité.

Quelques mois plus tard, entre décembre 2005 et février 2006, les cinquante-six sujets se sont présentés au centre ÉPIC afin de réaliser quatre tests musculosquelettiques proposés par le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » de la SCPE (78). Avant le premier test, les médicaments ainsi que les facteurs de risque de MCV de chaque sujet ont été notés. La FC, la PAS et la PAD au repos ont été mesurées, et un électrocardiogramme de repos à cinq dérivations fut enregistré (V1, V5, D2, D3, AVF). Après la lecture de l'ECG de repos, l'accord du médecin fut

obtenu pour la réalisation des tests musculosquelettiques. L'ECG à cinq dérivations a été enregistré en tout temps pour tous les sujets (avant, pendant les tests et pendant les périodes de repos). De plus, le brassard permettant de mesurer la pression artérielle (sphygmomanomètre de type DS44-11C Welch Allyn DuraShock Integrated Aneroid) est demeuré fixé au bras des sujets pendant tous les tests afin de faciliter une mesure rapide de la PA à la fin de chaque test.

Les tests musculosquelettiques ont été effectués selon le protocole décrit par le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » de la SCPE (Tableau 4). Seul le protocole proposé par la SCPE pour le test de redressements assis partiels a été modifié pour certains sujets afin de rendre le mouvement possible à effectuer. Plutôt qu'effectuer un déplacement des mains de 10 cm, tel que proposé par la SCPE, ces sujets ont déplacé les mains de 7,5 cm (n= 18) ou 5 cm (n=18). Afin de respecter le contexte réel dans lequel les tests musculosquelettiques sont effectués dans les centres de conditionnement physique, l'ordre des tests suggéré par la SCPE fut respecté pour tous les sujets: force de préhension, extensions des bras, flexion du tronc, redressements assis partiels.

Tableau 4. Tests musculosquelettiques effectués

Tests	Qualité musculaire mesurée	Matériel	Technique
Force de préhension	Force musculaire des membres supérieurs	<ul style="list-style-type: none"> Dynamomètre 	<ul style="list-style-type: none"> Prendre le dynamomètre dans la main droite Saisir la poignée par les doigts au niveau des phalanges, et retenir la partie inférieure du dynamomètre par la base du pouce En expirant, serrer la poignée en exerçant une force maximale avec ses doigts Refaire l'épreuve avec la main gauche et faire un second essai pour chaque main
Extensions des bras	Endurance musculaire des membres supérieurs	<ul style="list-style-type: none"> Tapis de sol 	<ul style="list-style-type: none"> S'allonger sur le ventre, les jambes jointes, les mains pointant vers l'avant et placées dans l'axe des épaules Soulever et étendre les coudes en prenant appui sur les orteils La partie supérieure du corps doit rester horizontale Reprendre la position de départ, le menton touchant au tapis de sol (ni l'abdomen, ni les cuisses ne doivent toucher au tapis) Effectuer le plus grand nombre de répétitions en respectant la technique et un rythme constant
Flexion du tronc	Flexibilité des muscles lombaires et des ischio-jambiers	<ul style="list-style-type: none"> Flexomètre (planche d'appui modifiée de Wells et Dillon) Tapis de sol 	<ul style="list-style-type: none"> Se déchausser et s'asseoir les jambes tendues, à la largeur des épaules, en appuyant la plante des pieds contre le flexomètre Garder les genoux bien droits, les bras également tendus et les paumes des mains vers le sol Expirer en fléchissant le tronc lentement et pousser du bout des doigts la glissière du flexomètre le plus loin possible En flexion maximale, maintenir la position pendant deux secondes
Redressements assis partiels	Endurance des muscles abdominaux	<ul style="list-style-type: none"> Métronome Ruban à mesurer Tapis de sol Corde ou fils de fer 	<ul style="list-style-type: none"> Se coucher sur le dos, la tête au sol, les bras allongés sur le côté du corps, les paumes de mains en contact avec le tapis et le bout des doigts à 0 cm. Fléchir les genoux à 90 degrés et garder les talons en contact avec le sol en tout temps Placer le bassin en rétroversion (le bas du dos en contact avec le sol) Effectuer une flexion du tronc (enroulement du haut du dos) jusqu'à ce que les mains franchissent une distance de 10 cm au sol et retourner ensuite à la position de départ (bout des doigts à 0 cm) Effectuer le plus grand nombre de répétitions en respectant le rythme d'un métronome réglé à 50 battements / minute

Adapté du « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » (78)

Au début de chaque test, les sujets ont été informés des techniques à respecter pour l'exécution du test et ont été avisés d'expirer durant la phase de contraction afin d'éviter la manœuvre de Valsalva. La pression artérielle a été mesurée immédiatement après chaque test. Comme le brassard était déjà fixé au bras gauche du sujet, la mesure fut prise entre 15 et 20 secondes post-effort. La FC mesurée correspond à la valeur maximale atteinte pendant l'exécution du test. La perception d'effort selon l'échelle de Borg a aussi été demandée aux sujets après chaque test. L'ECG fut continuellement enregistré pendant une période de récupération de 2 minutes suivant chaque test. À la deuxième minute de récupération, les mesures de pression artérielle et de FC ont été prises. Par la suite, les explications et l'exécution du test suivant avaient lieu, jusqu'à ce que les quatre tests soient complétés. Pour les tests de force de préhension et de flexibilité les sujets ont eu deux essais, tel que stipulé par le protocole de la SCPE. Les paramètres hémodynamiques ont été mesurés pendant les deux essais, mais seules les données correspondant au meilleur résultat au test ont été analysées. Le tableau 5 résume les mesures effectuées au cours des tests musculosquelettiques.

Tableau 5. Mesures effectuées lors de l'évaluation musculosquelettique

	Pré-test	Pendant le test	Immédiatement post-test (<30 secondes)	Récupération (2 minutes post-test)
ECG	X	X		X
FC	X	X		X
PAS	X		X	X
PAD	X		X	X
DP	X			X
Perception d'effort		X		

X= mesure effectuée

ECG= électrocardiogramme; FC= fréquence cardiaque; PAS= pression artérielle systolique;

PAD= pression artérielle diastolique; DP= double-produit

2.2.3 Analyses statistiques

Les valeurs de repos des groupes ont été comparées à l'aide d'un test T. Les paramètres hémodynamiques mesurés lors de l'épreuve d'effort et ceux mesurés lors des tests musculosquelettiques des groupes MCAS et témoin ont été comparés à l'aide d'une ANOVA à mesures répétées à deux facteurs, soit le *groupe* (MCAS et témoin) et la *condition* (test effectué). L'interaction entre les deux facteurs fut d'abord testée. En l'absence d'interaction significative, l'effet de chaque

facteur fut testé indépendamment. Les comparaisons deux à deux entre les différentes conditions ont été testées à posteriori, seulement lorsque le test global était significatif. Le test LSD (Least Significant Difference) a été utilisé.

La perception d'effort exprimée par les sujets pour chaque test fut aussi analysée d'après ce type d'ANOVA. La perception d'effort correspondant au test maximal sur tapis roulant n'étant pas disponible pour tous les sujets, elle n'a pu être comparée à celle correspondant aux différents tests musculosquelettiques. Un modèle d'ajustement pour une variable (ANOVA à mesures répétées à 3 facteurs, soit le *groupe*, la *condition* et la *médication*) fut ajouté pour évaluer l'effet de la prise de bêta-bloqueur sur la variation des paramètres hémodynamiques mesurés pendant les tests.

Finalement, afin de comparer la performance aux tests entre le groupe MCAS et le groupe témoin, les résultats aux tests ont été analysés d'après un χ^2 de Mantel-Haenszel. De plus, la corrélation entre la performance (le résultat) à chaque test et la valeur des paramètres hémodynamiques mesurés a été calculée à l'aide du coefficient de corrélation de Pearson.

Une valeur de $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative. Le logiciel SAS pour Windows Version 8.02 a été utilisé pour effectuer ces analyses.

2.3 Résultats

Sur le plan cardiaque, aucun symptôme d'angine n'a été rapporté par les sujets au cours des tests musculosquelettiques. Par contre, d'après le tracé électrique observé pendant et après l'exécution des tests, trois sujets coronariens ont présenté au moins un sous-décalage significatif du segment-ST ($> 1\text{mm}$). Pour un des sujets, ce sous-décalage a eu lieu pendant le test d'extensions des bras et s'est poursuivi pendant la période de récupération suivant ce test. Pour les deux autres sujets, le sous-décalage a été observé en récupération, dans un cas après le test de flexibilité, et dans l'autre cas suite au test de redressements assis. Aucune arythmie significative n'a été observée pendant les tests musculosquelettiques ou lors des périodes de récupération. Au point de vue technique, un sujet de chaque groupe n'a pu réaliser le test de flexibilité en raison d'une forte obésité abdominale ou d'un manque de souplesse des membres inférieurs, les empêchant de prendre la position initiale pour le test. Les valeurs de repos moyennes des deux groupes de sujets retenus à l'étude sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6. Valeurs de repos

Groupes	Témoin (n= 30)	MCAS (n= 26)	Valeur P
FC (bpm)	68 ± 11	66 ± 11	0,53
PAS (mmHg)	129 ± 17	118 ± 16	0,02
PAD (mmHg)	80 ± 8	74 ± 8	0,01

Les principales observations suite à l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques chez les deux groupes de sujets sont que :

- Les résultats des tests musculosquelettiques sont significativement différents de ceux de l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant pour les paramètres suivants: FC, PAS et DP ($p < 0,0001$) peu importe le groupe.
- Les résultats des sujets MCAS sont significativement différents de ceux des sujets témoins pour la PAD moyenne et le DP moyen ($p < 0,05$) peu importe le test.
- La performance à tous les tests est statistiquement semblable chez les deux groupes de sujets.

Les sections suivantes présentent ces résultats en détails ainsi que d'autres observations secondaires mais pertinentes à l'étude.

2.3.1 Paramètres hémodynamiques

FC

Tel que présenté dans le tableau 7, on ne remarque aucune interaction entre les variables *groupe* et *condition*. L'analyse des données démontre qu'il n'y a pas de différence significative entre la FC moyenne de tous les tests pour les sujets MCAS et les sujets sans MCAS (Tableau 7). La FC varie donc de la même façon entre les deux groupes. Par contre, le test global de la variable condition confirme qu'il y a une différence significative entre les conditions. Des comparaisons deux à deux entre les différentes conditions ont été effectuées a posteriori afin de déterminer où se situent les différences. L'analyse des données démontre que les comparaisons deux à deux sont statistiquement significatives, c'est-à-dire que la FC mesurée à chaque test (conditions) est significativement différente de tous les autres tests. Pour les deux groupes de sujets, la FC mesurée pendant l'épreuve d'effort du tapis roulant (EE) est supérieure à celle mesurée à chaque test musculosquelettique (Tableau 7).

PAS

Comme pour la FC, on ne remarque aucune interaction entre les groupes et les conditions lors de l'analyse de la PAS (Tableau 7). Tel que présenté dans le tableau 7, la PAS moyenne de tous les tests pour les sujets MCAS n'est pas significativement différente de celle des sujets du groupe témoin, bien qu'elle ait tendance à être plus élevée chez le groupe témoin ($p < 0,1$). La variable condition, quant à elle, démontre des différences significatives au test global. L'analyse des comparaisons deux à deux démontre que la PAS à chaque test est significativement différente de tous les autres tests à l'exception du test de flexibilité versus le test de redressements assis ($p=0,0532$), pour lesquels il y a néanmoins une tendance. La PAS mesurée pendant l'EE est donc significativement plus élevée comparativement à celle mesurée pendant les tests musculosquelettiques ($p < 0,0001$) (Tableau 7).

PAD

Il n'y a pas d'interaction entre les variables *groupe* et *condition*. Tel que présenté dans le tableau 7, la PAD moyenne de tous les tests est significativement plus élevée pour le groupe témoin ($p < 0,05$). Par contre, la PAD est statistiquement semblable à chaque condition, peu importe le groupe. Par conséquent, à chaque test, la PAD varie de la même façon chez les deux groupes tout en étant plus élevée pour le groupe témoin (Tableau 7).

DP

Tel que présenté dans le tableau 7, il n'y a pas d'interaction entre les variables *groupe* et *condition*. Le DP est significativement plus élevé chez le groupe témoin ($p < 0.05$) (Tableau 7). Le test global de la variable condition démontre que le DP est aussi affecté par la condition. Les analyses à posteriori démontrent que le DP de chaque test est significativement différent de tous les autres tests. Tel qu'observé pour la FC et la PAS, le DP est significativement plus élevé pour l'EE que pour tout autre test, peu importe le groupe de sujets ($p < 0.0001$) (Tableau 7).

Tableau 7. Comparaison des groupes et des conditions selon les paramètres hémodynamiques

	Témoin (n=30) Moyenne +/- Écart-type	MCAS (n=26) Moyenne +/- Écart-type	Interaction groupe X condition (valeur p)	Groupe (valeur p)	Condition (valeur p)
FC- Épreuve d'effort	161 +/- 15	149 +/- 23	0,1506	0,1869	<0,0001
FC- Force de préhension	81 +/- 11	78 +/- 13			
FC- Extensions des bras	124 +/- 25	125 +/- 28			
FC- Flexibilité	88 +/- 14	86 +/- 15			
FC- Redressements assis	98 +/- 18	91 +/- 16			
FC- Tous les tests	111 +/- 34	106 +/- 33			
PAS- Épreuve d'effort	184 +/- 21	171 +/- 20	0,1938	0,0868	<0,0001
PAS- Force de préhension	135 +/- 15	128 +/- 16			
PAS- Extensions des bras	152 +/- 23	143 +/- 22			
PAS- Flexibilité	141 +/- 17	137 +/- 15			
PAS- Redressements assis	143 +/- 16	140 +/- 15			
PAS- Tous les tests	151 +/- 25	144 +/- 23			
PAD- Épreuve d'effort	82 +/- 11	82 +/- 12	0,2454	0,0317	0,1121
PAD- Force de préhension	86 +/- 8	79 +/- 8			
PAD- Extensions des bras	83 +/- 10	78 +/- 9			
PAD- Flexibilité	85 +/- 7	81 +/- 8			
PAD- Redressements assis	84 +/- 10	79 +/- 8			
PAD- Tous les tests	84 +/- 9	80 +/- 9			
DP- Épreuve d'effort	29758 +/- 4522	25820 +/- 5621	0,0934	0,0477	<0,0001
DP- Force de préhension	10931 +/- 2053	9941 +/- 1969			
DP- Extensions des bras	18983 +/- 5488	18044 +/- 5603			
DP- Flexibilité	12475 +/- 2905	11793 +/- 2666			
DP- Redressements assis	14149 +/- 3420	12780 +/- 2334			
DP- Tous les tests	17291 +/- 7839	15705 +/- 6987			

2.3.2 Perception de l'effort

L'effort exigé par chacun des tests fut évalué de façon subjective à l'aide de l'échelle de perception d'effort et de façon objective d'après le résultat obtenu et interprété selon l'âge des sujets. La perception d'effort exprimée par les sujets après chacun des tests effectués n'est pas différente pour les deux groupes peu importe la condition. Par contre, la perception d'effort est significativement différente d'une condition à l'autre ($p < 0.0001$) pour les deux groupes. Sur une échelle de 6 à 20 (3), ce sont les extensions des bras qui ont obtenu la cote la plus élevée (15 pour MCAS et témoin), suivies des redressements assis partiels (14 pour MCAS et témoin), de la flexibilité (12 pour MCAS et 13 pour témoin) et de la force de préhension (12 pour les deux groupes de sujets). L'absence de résultats de perception d'effort au test maximal sur tapis roulant pour certains sujets empêche la comparaison de la perception d'effort à ce test à celle des tests musculosquelettiques.

2.3.3 Performance aux tests

D'un point de vue plus objectif, le résultat des sujets pour chacun des tests est classé selon le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » (78) parmi cinq catégories possibles : à améliorer, acceptable, bien, très bien et excellent. En comparant les deux groupes de sujets on constate qu'il n'y a pas de différence significative entre eux et ce, pour tous les tests musculosquelettiques effectués (Figures 1, 2, 3, 4). Bien que les résultats de chaque test soient statistiquement semblables pour les deux groupes, la distribution des résultats selon les cinq catégories proposées par le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » (Tableau 8) présente quelques tendances différentes entre les sujets du groupe témoins et MCAS. Pour les tests force de préhension, flexibilité et redressements assis à 10 et 7,5 cm, les sujets du groupe témoin ont tendance à se situer majoritairement dans les catégories supérieures, soit de « Bien » à « Excellent »: témoin=43% vs MCAS=30%; témoin=60% vs MCAS=46%; témoin=100 vs MCAS=89%; témoin=100% vs MCAS= 71%, respectivement. Selon ces observations, les sujets du groupe MCAS semblent plus déconditionnés que ceux du groupe témoin. Par ailleurs, bien que plusieurs sujets aient effectué le protocole modifié des redressements assis, le protocole initial (10 cm) fut respecté par une proportion semblable de sujets chez les deux groupes: témoin=37% et MCAS=35%.

Figure 1. Performance au test de force de préhension

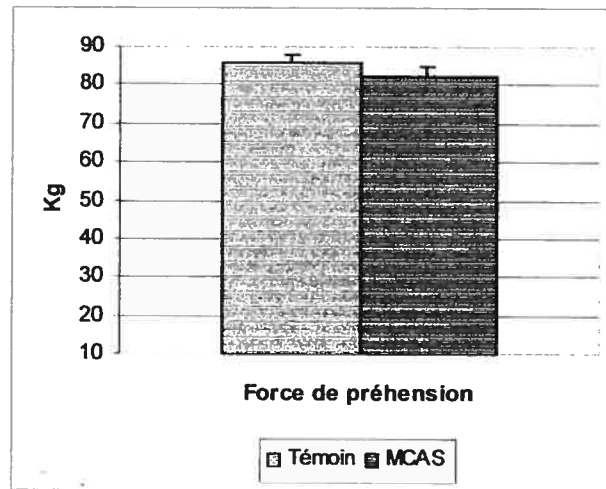


Figure 2. Performance au test d'extensions des bras

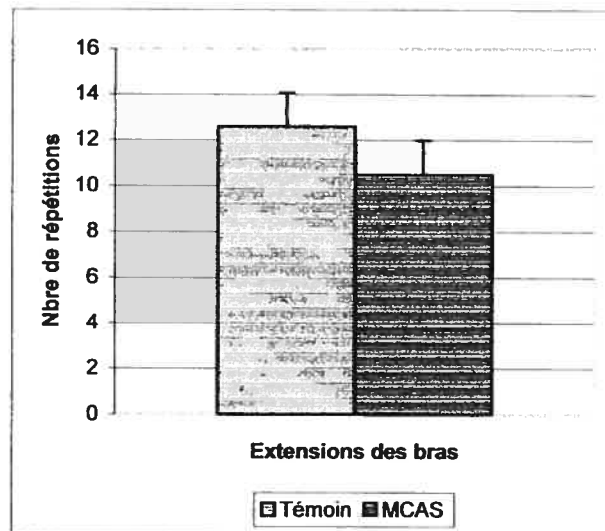


Figure 3. Performance au test de flexibilité

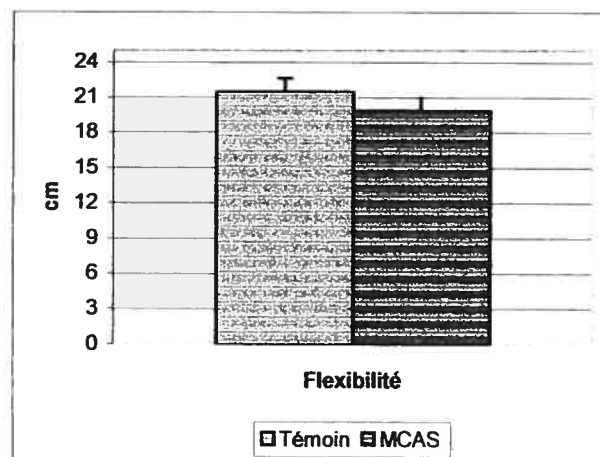


Figure 4. Performance aux tests de redressements assis

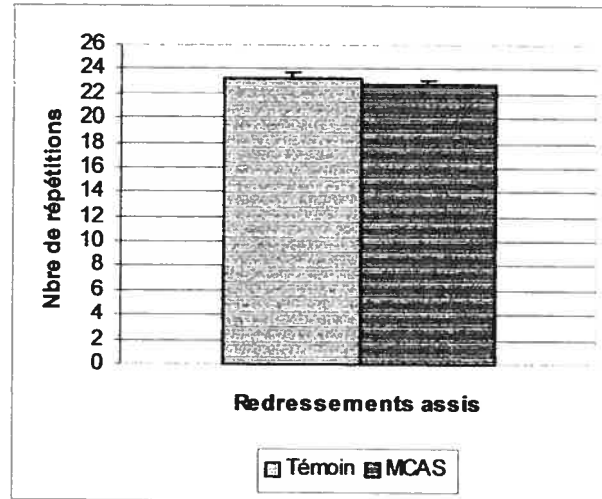


Tableau 8. Classement des sujets

Rang	Force de préhension		Extensions des bras		Flexibilité		Redressements assis selon le protocole		Redressements assis modifiés à 7,5 cm		Redressements assis modifiés à 5,0 cm	
	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M
Excellent	4	2	7	2	3	3	8	8	10	4	5	8
Très bien	4	4	9	8	10	8	1	0	0	1	0	2
Bien	8	2	1	5	5	1	2	0	1	0	2	0
Acceptable	5	4	8	3	4	5	0	1	0	2	0	0
À améliorer	9	14	5	8	8	9	0	0	0	0	1	0
total	30	26	30	26	30	26	11	9	11	7	8	10

T= groupe témoin; M= groupe MCAS

2.3.4 Corrélation entre les résultats et les paramètres hémodynamiques

L'analyse statistique démontre certaines corrélations entre la performance et les paramètres hémodynamiques. D'abord, une meilleure performance au test de force de préhension est corrélée de façon positive avec une PAD plus élevée ($p=0,03$). Cette corrélation est toutefois faible ($r^2 = 0,42$) et n'est présente que pour le groupe de sujets coronariens. La PAD semble donc être plus élevée chez les sujets coronariens qui ont obtenu un meilleur résultat à ce test comparativement aux sujets coronariens ayant obtenu un résultat plus faible.

Le test d'extensions des bras présente plusieurs corrélations selon le groupe de sujets et les paramètres hémodynamiques étudiés. D'abord, en considérant tous les sujets comme un seul groupe, le nombre

d'extensions des bras est corrélé avec la FC ($p=0,0037$; $r^2= 0,38$), la PAS ($p=0,0057$; $r^2=0,36$) et le DP ($p=0,0003$; $r^2=0,46$). Les coefficients de variation étant peu élevés, la relation entre ces paramètres et le nombre de répétitions à ce test est plutôt faible. La relation entre le résultat à ce test et les paramètres hémodynamiques est différente en considérant les sujets selon leur groupe respectif (Témoin et MCAS). Chez les sujets coronariens, le nombre d'extensions des bras est corrélé avec la FC ($p= 0,03$; $r^2= 0,43$), alors que chez le groupe témoin, deux corrélations sont présentes : nombre de répétitions avec PAS ($p= 0,002$; $r^2=0,55$) et nombre de répétitions avec DP ($p= 0,002$; $r^2=0,54$). Ainsi, chez les sujets coronariens, une FC plus élevée est associée à un plus grand nombre de répétitions, tandis que pour le groupe témoin ce sont la PAS et le DP qui sont associés à un meilleur résultat à ce test.

Concernant le test de redressements assis partiels et le test de flexibilité, aucune corrélation n'est présente entre les paramètres hémodynamiques et la performance de chacun des groupes. Par conséquent, un résultat élevé à ces tests n'a pas nécessairement engendré une plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques qu'un résultat inférieur.

Sachant que 42,3% des sujets coronariens prennent des bêta-bloqueurs et que ce médicament a pour effet de diminuer l'activité du système sympathique, il est intéressant d'observer l'influence de cette médication sur les corrélations énumérées ci-dessus. Par exemple, pour le test d'extensions des bras chez les sujets qui prennent des bêta-bloqueurs, plus aucune corrélation n'est présente entre le résultat et les paramètres hémodynamiques. Par contre, chez les sujets sans bêta-bloqueurs, les corrélations mentionnées plus haut (FC, PAS, DP : $r^2= 0,43$; $0,55$; $0,54$ respectivement) sont maintenues. Tel qu'attendu, la prise de bêta-bloqueurs semble limiter l'augmentation de la FC, de la PAS et du DP avec l'augmentation du nombre de répétitions à ce test car la corrélation positive est maintenue seulement chez les sujets sans bêta-bloqueur.

2.4 Discussion

2.4.1 Tests utilisés

L'évaluation de la condition physique proposée par la SCPE dans le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » constitue un outil pertinent dans la cueillette d'informations auprès des individus dans le but d'établir un plan d'action efficace pour la pratique d'activité physique. Ce guide présente un test d'aptitude aérobie ainsi que des tests d'aptitudes musculosquelettiques permettant d'évaluer globalement la condition physique. Il présente aussi des grilles d'interprétation des résultats selon des normes canadiennes, est facile à utiliser et est accessible puisqu'il requière peu de matériel. Il est utilisé régulièrement dans plusieurs centres de conditionnement physique auprès de clients asymptomatiques. Les patients coronariens se présentent aussi dans ces centres, souvent suite à une recommandations du médecin d'augmenter leur pratique d'activité physique. Par contre, pour cette clientèle, il n'y a pas de tests musculosquelettiques standardisés et sécuritaires disponibles dans les centres de conditionnement physique. De plus, bien que plusieurs études aient utilisé des tests de force maximale (1RM) afin d'évaluer la force musculaire de sujets coronariens, il n'y a pas de recommandations précises pour ce type d'évaluation chez cette population. D'ailleurs, plusieurs auteurs suggèrent que les tests de 1RM nécessitent une préparation particulière et qu'ils ne sont pas appropriés pour les sujets coronariens âgés. L'utilisation de ces tests dans les programmes de réadaptation cardiaque ou auprès des coronariens qui fréquentent les centres de conditionnement physique pourrait donc être discutable. C'est pourquoi les tests musculosquelettiques présentés dans le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » ont été retenus pour cette étude.

2.4.2 Mesures effectuées

L'intégration des exercices musculaires aux programmes de réadaptation cardiaque a jadis été volontairement écartée en raison de l'augmentation rapide de la pression artérielle et de la demande élevée en O₂ au myocarde qui aurait pu en résulter. Au cours de la présente étude, les mesures de la FC, la PAS, la PAD et l'ECG ont été utilisées afin d'évaluer la réponse du système cardiovasculaire à un effort musculaire. Les mesures de la FC et de la PAS ont permis de calculer le DP, un indice de la demande en O₂ au myocarde. Les mesures ont été effectuées avant, pendant et après chaque test afin de comparer les valeurs de repos aux paramètres mesurés à l'effort et en récupération.

2.4.3 Comparaison entre les groupes

Les pressions artérielles de repos (PAS et PAD) sont statistiquement plus élevées chez les sujets du groupe témoin en raison des bêta-bloqueurs pris par plusieurs sujets MCAS. À l'effort, la différence entre les groupes pour la PAD demeure présente. Malgré le fait que des bêta-bloqueurs soient prescrits pour un plus grand nombre de sujets du groupe MCAS que du groupe témoin (Tableau 3), la PAS à l'effort est statistiquement semblable chez les deux groupes, bien qu'elle ait tendance à être plus élevée chez les sujets du groupe témoin. Contre toute attente, la prise de bêta-bloqueurs semble donc influencer davantage la PAS au repos que la PAS à l'effort. Cette observation est plutôt surprenante puisque les bêta-bloqueurs diminuent l'action du système sympathique et que ce dernier est surtout stimulé pendant un effort physique. Plusieurs facteurs pourraient justifier ce résultat, notamment la prise ou non du médicament prescrit au moment du test, le temps écoulé entre la prise du médicament et le moment où les tests ont été effectués et la plus grande variabilité des résultats pour la pression systolique. En effet, si le sujet a l'habitude de prendre le bêta-bloqueur tôt le matin et que les tests ont eu lieu en après-midi, on peut supposer que l'effet de la médication sur le système sympathique était moins important au moment où les tests ont été réalisés. Au cours de cette étude, le temps entre la prise du bêta-bloqueur et la réalisation des tests n'a pu être contrôlé en raison de la disponibilité limitée des locaux utilisés. Enfin, tous les sujets ont affirmé avoir respecté leur médication habituelle la journée où les tests ont été réalisés.

Bien qu'au repos il soit statistiquement semblable pour les deux groupes, le DP calculé pour les tests est significativement plus élevé pour les sujets du groupe témoin. Ce résultat pourrait aussi s'expliquer par l'utilisation de bêta-bloqueurs par un plus grand nombre de sujets du groupe MCAS. En effet, puisque les bêta-bloqueurs ont la propriété d'influencer à la baisse la FC et la PAS et que le DP est le produit de la FC par la PAS, ce dernier est aussi influencé à la baisse chez les patients avec bêta-bloqueurs. Par contre, tel que mentionné ci-dessus, la prise de bêta-bloqueurs par un plus grand nombre de sujets du groupe MCAS n'a pas résulté en une différence significative de la PAS à l'effort entre les deux groupes. Seule une tendance à une PAS plus élevée pour les sujets du groupe témoin fut observée. La FC fut semblable pour les deux groupes. On peut alors supposer que la PAS avec une tendance plus élevée pour le groupe témoin, multipliée par la FC semblable chez les deux groupes de sujets, engendre un DP significativement plus élevé pour le groupe témoin. Bref, il est intéressant de constater que les deux groupes sont plutôt semblables pour les paramètres hémodynamiques mesurés pendant ou immédiatement après les tests musculosquelettiques.

La rareté des études comparant la réponse à un effort musculaire de sujets coronariens à celle de sujets sans MCV rend difficile les comparaisons avec d'autres études. Par contre, en comparant la variation des paramètres hémodynamiques par rapport aux valeurs de repos pour le groupe MCAS, on constate que les résultats de cette étude sont différents de ceux de Crozier et al (20). Lors d'un test de redressements assis partiels effectués auprès de 9 sujets coronariens, ces auteurs n'ont rapporté aucune différence significative entre la FC de repos et la FC à l'effort ni entre la PA de repos et la PA à l'effort : la FC est passée de 77 au repos à 89 battements/minutes à l'effort et la pression artérielle est passée de 130/80 au repos à 128/77 mmHg à l'effort. Au cours de la présente étude, le même test a engendré une augmentation significative de la FC et de la PAS : la FC des sujets coronariens est passée de 66 à 91 battements/minute, et la pression artérielle de 118/74 à 140/79 mmHg. Cette différence entre la variation des paramètres hémodynamiques des deux études pourrait s'expliquer par un plus grand nombre de répétitions effectuées par les sujets de l'étude actuelle (23 pour les sujets de l'étude actuelle vs 17 pour les sujets de Crozier et al). Un plus grand nombre de répétitions représente un effort absolu plus élevé et pourrait contribuer à une plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques. Par contre, certains auteurs tels que Collins, McCartney et McDougall affirment que c'est plutôt l'intensité relative générée pendant la contraction musculaire qui serait responsable d'une plus grande augmentation de la pression artérielle (18, 62, 64, 65). Dans ce cas, l'hypothèse d'un plus grand nombre de répétitions ne justifierait pas une plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques pour les sujets de la présente étude. Puisque le test consistait à exécuter un effort musculaire maximal (nombre maximal de répétitions), en supposant que tous les sujets aient effectué un nombre maximal de répétitions, la variation des paramètres hémodynamiques devrait être semblable pour les deux études. Par conséquent, la disparité des résultats entre les deux études peut se justifier par différents éléments dont le nombre de sujets et la méthode utilisée : les caractéristiques des sujets étant semblables pour les deux études, le nombre restreint de participants à l'étude de Crozier et al (n= 9) par rapport à l'étude actuelle (n= 26) ainsi que le moment de la prise de mesure, le matériel et le protocoles utilisés, etc. pourraient expliquer la différence de résultats entre les deux études.

Une relation entre la performance aux tests et l'augmentation des paramètres hémodynamiques a été observée au cours de l'étude actuelle. Malgré les conclusions de Collins, McCartney et McDougall au sujet de l'effort relatif et l'effort absolu, certaines corrélations entre l'effort absolu et la variation des paramètres hémodynamiques ont été observées dans la présente étude. D'abord chez les sujets coronariens, une meilleure performance aux tests de force de préhension et d'extensions des bras a été

associée à une PAD ($r^2=0,42$) et à une FC ($r^2=0,43$) plus élevées. De plus, pour le test d'extensions des bras, la relation entre la performance et la variation des paramètres hémodynamiques est aussi présente chez les sujets du groupe témoin pour la PAS et le DP ($r^2=0,55$ et $r^2=0,54$ respectivement) tandis que la performance du groupe MCAS à ce test est faiblement corrélée avec la FC ($r^2=0,43$). Par ailleurs, la prise de bêta-bloqueurs semble influencer la relation, car lorsque seuls les sujets avec bêta-bloqueurs sont observés, plus aucune corrélation n'est présente pour ce test alors que la corrélation pour la PAS et le DP est plus faible mais encore présente chez les sujets sans bêta-bloqueur ($r^2=0,42$ et $r^2=0,50$ respectivement). Bien que les bêta-bloqueurs soient utilisés par une minorité de sujets chez le groupe MCAS (11/26), ils y a plus de sujets avec bêta-bloqueurs chez ce groupe que chez le groupe témoin (1/30). Cet exemple démontre encore une fois que la prise de bêta-bloqueurs peut expliquer la différence entre les groupes pour la PAS et le DP à l'effort. Bref, d'après la performance et les paramètres hémodynamiques observés pendant les tests de force de préhension et d'extensions des bras, l'hypothèse de l'effort absolu semble plausible, surtout dans le cas où l'activité du système sympathique n'est pas atténuée par l'utilisation d'un bêta-bloqueur.

Contrairement à ce qui a été observé pour les tests de force de préhension et d'extensions des bras, l'étude actuelle ne démontre aucune relation entre le nombre de redressements assis partiels effectués et les paramètres hémodynamiques mesurés. Pour ce test, l'hypothèse de l'effort absolu ne serait pas plausible. Cette observation renforce donc le fait que la performance au test de redressements assis partiels ne peut justifier la différence entre la variation des paramètres hémodynamiques de l'étude de Crozier et al (20) et de l'étude actuelle. Concernant le test de flexibilité, aucune relation n'est présente entre la distance atteinte et la variation des paramètres hémodynamiques.

À la lumière des résultats de la présente étude, la relation entre l'effort absolu et la variation des paramètres hémodynamiques semble spécifique au test effectué. Donc, la relation entre la performance et les paramètres hémodynamiques ne peut être clairement définie ici.

Il est aussi intéressant de comparer la performance des sujets coronariens à celle des sujets sans MCV. En effet, bien que les tests de la SCPE s'adressent initialement à des individus asymptomatiques, les sujets coronariens ayant participé à la présente étude ont obtenu des résultats statistiquement semblables à ceux des autres participants de l'étude. Par ailleurs, la distribution des sujets à l'intérieur des catégories suggérées par la SCPE démontre que les sujets du groupe témoin ont tendance à se retrouver en plus grand nombre dans les catégories supérieures (de « Bien » à « Excellent ») comparativement aux sujets coronariens, pour les tests force de préhension, de flexibilité et de

redressements assis (Tableau 8). De ce fait, on peut supposer que les sujets avec MCAS sont plus déconditionnés que les individus sans MCV et que des grilles d'interprétation permettant de comparer des coronariens entre eux seraient plus appropriées. Par contre, dans le but de reprendre les AVQ antérieures, il serait d'autant plus pertinent pour les patients coronariens de comparer leur condition physique actuelle à des normes établies pour la population asymptomatique du même genre et du même groupe d'âge qu'eux. Par exemple, un patient coronarien qui se retrouve dans une catégorie supérieure selon les grilles d'interprétation proposées par la SCPE pourrait améliorer sa confiance en soi et être encouragé à reprendre ses activités antérieures. Un patient classé dans des catégories inférieures pourrait prendre conscience qu'il n'est pas prêt à reprendre toutes ses activités et que l'amélioration de certaines aptitudes musculosquelettiques par l'activité physique favoriserait un retour progressif vers celles-ci. Bref, puisque les résultats aux tests sont statistiquement semblables entre les deux groupes de sujets et qu'il est pertinent de comparer la population coronarienne à la population asymptomatique, on peut supposer que les grilles d'interprétation des tests musculosquelettiques proposées par la SCPE sont aussi applicables à la population coronarienne stable.

2.4.4 Comparaison entre les conditions

La comparaison de la perception d'effort notée sur l'échelle de Borg (3) pour chaque test musculosquelettique démontre que le test d'extensions des bras semble avoir été le test le plus difficile à accomplir pour l'ensemble des sujets. En ordre décroissant la perception d'effort pour chacun des tests est la suivante : extensions des bras (15/20), redressements assis partiels (14/20), flexibilité (13/20) et force de préhension (12/20). Il est intéressant de noter que même si ce ne sont que des tendances, les tests ayant engendré la plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques suivent également cet ordre. Par conséquent, dans le cadre de cette étude, la perception d'effort des sujets à chacun des tests est, en valeur relative, indicative de la demande en O₂ au myocarde.

D'ailleurs, selon les paramètres hémodynamiques observés (FC, PAS et DP) les tests sont tous statistiquement différents. En effet, certains tests ont favorisé une plus grande augmentation de la FC, de la PAS et du DP et ce, autant chez les sujets coronariens que chez les sujets sans MCV. Pour les deux groupes de sujets l'épreuve d'effort maximal sur tapis a engendré la plus grande augmentation de la FC, de la PAS et du DP. Chez les sujets sans MCV comme pour les sujets coronariens, le test musculosquelettique ayant engendré la plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques est l'extension des bras, suivi des redressements assis, de la flexibilité et de la force de préhension. Il est d'ailleurs surprenant de constater que contrairement aux conclusions de Mitchell et Wildenthal (68) qui

suggèrent que le test de force de préhension favorise une augmentation non souhaitable de la FC et de la PAS chez des sujets coronariens ou hypertendus, les résultats de la présente étude ne démontrent qu'une faible augmentation de ces paramètres comparativement aux autres tests musculosquelettiques. En supposant qu'aucun sous-décalage du segment ST ni symptôme d'angine n'aient été observés préalablement à l'épreuve d'effort pour une même valeur du DP, il est donc très peu probable d'observer ce type de complication pendant le test de force de préhension.

Il est intéressant de constater que ce sont les deux tests mesurant l'endurance musculaire qui ont engendré la plus grande augmentation de la FC, de la PAS et donc du DP. On peut supposer que pour ces deux tests, l'effort est effectué sur une période prolongée comparativement au deux autres tests, ce qui contribue à maintenir la demande élevée au myocarde pour une plus longue durée comparativement au test de force de préhension ou au test de flexibilité. De plus, une plus grande masse musculaire est sollicitée pendant l'exécution des tests d'extensions des bras (triceps, deltoïdes postérieurs, pectoraux) et de redressements assis (abdominaux) comparativement au test de force de préhension (fléchisseurs des doigts). Par conséquent, plus de fibres musculaires sont recrutées. Tel que mentionné précédemment, un plus grand nombre de fibres musculaires recrutées pourrait justifier une plus grande augmentation de la pression artérielle. De plus, lorsqu'un plus grand nombre de fibres musculaires est recruté, un plus grand apport d'O₂ est nécessaire aux muscles, et par conséquent au myocarde. Ce besoin supplémentaire d'O₂ se manifeste par une augmentation du DP. Bien que le test de flexibilité engendre la contraction de très peu de fibres musculaires puisqu'il s'agit d'un test d'amplitude maximale de mouvement, la FC, la PAS et le DP observés à ce test ont été plus élevés que lors du test de force de préhension. Ces observations pourraient être dues au fait que la position à prendre pour le test de flexibilité (les jambes allongées et le dos droit) a constitué un effort en soi pour plusieurs sujets, ce qui a pu contribuer à augmenter les paramètres hémodynamiques. De plus, puisque les extensions des bras ont précédé le test de flexibilité, le simple changement de position du corps d'un test à l'autre a pu influencer à la hausse les paramètres hémodynamiques. En effet, suite à la dernière répétition d'extensions des bras, le sujet devait s'asseoir sur ses talons afin de faciliter la lecture de l'ECG et la mesure de la pression artérielle. Un délai de deux minutes s'écoulait ensuite avant le test de flexion du tronc, ce qui permettait au sujet de prendre la position appropriée pour le prochain test et à l'évaluateur de donner les directives. Pour certains sujets, la contraction isométrique des muscles abdominaux afin de maintenir la position assise les jambes allongées et les dos droit a constitué un effort en soi et pourrait expliquer la hausse des paramètres hémodynamiques pendant le test. Ces limitations auraient pu être contrôlées en variant de façon aléatoire l'ordre des tests. Par contre, celui proposé par la SCPE

fut respecté pour tous les sujets afin de reproduire fidèlement le contexte d'évaluation de la condition physique. En raison de l'absence d'études ayant observé la variation des paramètres hémodynamiques pendant ce type de test, il est difficile de comparer les résultats obtenus dans la présente étude. Il serait tout de même intéressant de confirmer ces hypothèses par d'autres études.

Il est intéressant de comparer les valeurs hémodynamiques observées pendant les tests musculosquelettiques aux valeurs observées pendant l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. En comparaison à tous les tests musculosquelettiques, la FC, la PAS et le DP observés pendant l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant ont été statistiquement plus élevés. En effet, une grande masse musculaire est impliquée lors du test d'effort sur tapis roulant, ce qui engendre certains ajustements physiologiques (augmentation du VES, de la FC et de la PAS) pour assurer un débit cardiaque adéquat afin de répondre à la demande élevée en O₂ au myocarde et aux muscles squelettiques (60). Par conséquent, un sous-décalage significatif du segment ST (> 1mm) a été observé chez un plus grand nombre de sujets lors de l'épreuve d'effort maximal sur tapis comparativement aux tests musculosquelettiques (11 vs 3). Plusieurs autres études ont fait des observations semblables en comparant un effort aérobic maximal à un exercice musculosquelettique ou à un effort musculosquelettique maximal. Par exemple, en comparant une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant à un test de force de préhension, Kerber et al (53) ont observé un changement du segment ST chez 3 des 90 sujets lors du test de force de préhension comparativement à 25 des 90 sujets lors du test aérobic. De plus, le DP et la PAD observés furent supérieurs lors du test aérobic. Dans la présente étude la PAD fut statistiquement semblable pour tous les tests. Suite aux résultats de leur étude, Kerber et al ont suggéré que le test de force de préhension serait moins propice au développement d'ischémie que l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Les observations de la présente étude tendent aussi vers cette conclusion. En ce qui concerne l'endurance musculaire, Faigenbaum et collègues (26) l'ont évaluée par l'exécution d'un nombre fixe de répétitions à un certain pourcentage de 1RM pour différents mouvements, et ont comparé la variation des paramètres hémodynamiques pendant ces tests à ceux observés pendant une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Bien que l'endurance musculaire ait été évaluée différemment dans la présente étude, des observations semblables ont été notées pour les deux études : la FC, la PAS et le DP furent plus élevés pendant le test aérobic et aucune différence significative ne fut notée pour la PAD. Faigenbaum et al n'ont observé aucun symptôme d'angine et aucun épisode d'ischémie pendant les tests musculaires alors que 20 et 33% de leurs sujets ont respectivement ressenti des symptômes d'angine et ont manifesté des signes d'ischémie pendant l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. À la lumière de leurs résultats, Faigenbaum et collègues

(26) ont conclu que les exercices musculaires d'intensité modérée à élevée sont sécuritaires chez des patients coronariens stables et préalablement entraînés en mode aérobie. En effet, préalablement à l'étude, les sujets ont tous complété un entraînement cardiovasculaire pendant douze semaines dans le cadre d'un programme de réadaptation cardiaque. La pratique régulière d'exercices aérobies avant d'entreprendre des exercices musculaires permet au patient de se familiariser avec sa réponse à l'exercice et d'améliorer sa capacité fonctionnelle ainsi que sa tolérance à l'effort.

En comparant les paramètres hémodynamiques mesurés à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant à ceux mesurés pendant un effort musculaire sous-maximal (contraction musculaire de 40 à 60% de 1RM répétée pendant 30 secondes), DeGroot et collègues (23) ont observé une FC maximale inférieure lors de l'effort musculaire : la FC à l'effort musculaire à 40 et 60% de 1RM a atteint respectivement 58 et 67% de la FC maximale à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant. Différents auteurs tels que Daub et al (21), Faigenbaum et al (26) ainsi que Featherstone et al (27) ont fait le même type de comparaison, mais avec des tests musculaires maximaux (100% de 1RM). Ils ont tous observé une différence significative entre la FC à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant et la FC au test de 1RM. Malgré l'effort musculaire maximal, ces auteurs ont aussi observé une FC maximale supérieure pendant l'épreuve d'effort aérobie. Bien que les tests musculosquelettiques effectués soient différents, les mêmes observations ont été faites pour la présente étude : la FC maximale mesurée pendant les tests musculosquelettiques a atteint 52 à 84% de la FC maximale observée à l'épreuve d'effort sur tapis chez les sujets coronariens et 50 à 77% chez les sujets sans MCAS. Bref, les résultats de la présente étude ainsi que les observations de plusieurs auteurs démontrent que l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant engendre une plus grande augmentation des paramètres hémodynamiques qu'un effort musculaire, même s'il s'agit d'un effort musculaire maximal. Par conséquent, comparativement au test aérobie maximal, la demande en O₂ au myocarde serait moins élevée pendant un effort musculaire maximal. Les tests musculaires effectués par ces auteurs seraient donc sécuritaires chez des sujets atteints de MCAS si une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant est exécutée sans complication cardiaque préalablement. Tel que mentionné précédemment, l'étude actuelle présente certaines observations semblables. Par exemple, un sous-décalage du segment ST fut observé à l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant chez 11 sujets. Or, seulement 3 ont expérimenté un sous-décalage lors des tests musculosquelettiques. Dans tous les cas ils avaient aussi présenté un sous-décalage lors du test sur tapis roulant. Ainsi, aucun nouvel épisode ischémique n'a été observé lors des tests musculosquelettiques. Les résultats de l'étude actuelle démontrent donc que les tests musculosquelettiques de la SCPE seraient sécuritaires chez la population coronarienne stable ayant

effectué une épreuve d'effort maximal sur tapis sans manifestation ischémique.

2.4.5 Biais possibles

Au terme de cette étude, il est important de mentionner que certains éléments du protocole ont pu influencer les résultats. D'abord, puisque la sélection des sujets s'est effectuée à partir des épreuves d'effort qui eurent lieu au centre ÉPIC, les sujets sélectionnés étaient très majoritairement membres de cet établissement. Par conséquent, les sujets étaient majoritairement actifs au moment où les tests musculosquelettiques ont été effectués. La variation des paramètres hémodynamiques pourrait s'avérer différente chez une population très sédentaire ou plus déconditionnée. Il serait intéressant de refaire la même étude en sélectionnant les sujets de façon aléatoire sans l'intermédiaire de centre de conditionnement ni de centre de réadaptation cardiaque afin de comparer la performance et les paramètres cardiaques mesurés lors des tests musculosquelettiques chez une population coronarienne active à ceux mesurés chez une population coronarienne sédentaire.

D'autre part, puisque la PA fut mesurée indirectement par sphygmomanomètre entre 15 et 20 secondes post-effort, on peut supposer que la valeur mesurée est sous-estimée comparativement à la valeur maximale réellement atteinte pendant l'effort. Bien que les études ayant mesuré directement la PA par cathéter intra-artériel ont généralement observé des valeurs de PA supérieures à celles des autres études, il semblerait que dès la fin de l'effort la valeur maximale atteinte diminue très rapidement pour atteindre les valeurs de repos (14). Par contre, cette diminution très rapide avec l'arrêt de l'effort, pourrait suggérer que les valeurs maximales atteintes pendant l'effort seraient sans conséquence chez des sujets coronariens stables. Il serait intéressant de refaire les tests à l'aide d'un cathéter intra-artériel afin d'observer la fluctuation de la PA pendant les différentes phases de la contraction musculaire.

De plus, le temps de récupération entre les tests (2 minutes) peut sembler un peu court pour assurer le retour des paramètres hémodynamiques vers les valeurs de repos. On peut donc supposer qu'au début des tests d'extensions des bras, de flexibilité et de redressements assis partiels, les paramètres hémodynamiques étaient supérieurs aux valeurs de repos. Ainsi, la valeur maximale des paramètres hémodynamiques aurait atteint un niveau plus élevé pendant l'effort que si le sujet avait bénéficié d'une période de récupération prolongée entre les tests. Par contre, une courte période de récupération, comme celle allouée dans la présente étude, est plus représentative du contexte dans lequel les tests sont effectués en centre de conditionnement physique ou en milieu clinique.

Concernant les tests musculosquelettiques effectués, le protocole initial pour le test de redressements assis partiels fut difficile à respecter pour plusieurs sujets. En effet, les sujets devaient laisser glisser les mains sur le sol sur une distance de 10 cm lors de la flexion du tronc. Cependant, pour les besoins de cette étude, la distance a été réduite à 7,5 ou 5 cm dans les cas où le sujet était incapable d'effectuer une seule répétition en respectant la longueur initiale de déplacement des mains. Puisque la SCPE ne suggère pas d'alternative lorsque l'individu ne peut réaliser aucune répétition à 10 cm, les tests modifiés ont tout de même été interprétés d'après la grille de la SCPE correspondant au protocole de 10 cm. De ce fait, plusieurs sujets se sont très bien classés malgré qu'ils n'aient pas été en mesure d'effectuer le protocole initial. Par conséquent, la performance de ces sujets fut surestimée. Il serait intéressant d'adapter ce test selon la condition du sujet et d'interpréter le résultat de façon plus juste d'après une grille propre au protocole utilisé. Finalement, il est important de mentionner que la SCPE propose aussi de mesurer la puissance des membres inférieurs. Cette aptitude musculosquelettique est évaluée d'après la hauteur d'un saut vertical en relation avec le poids du sujet. Ce test n'a pas été effectué au cours de la présente étude puisqu'il exige une bonne condition musculoquelettique des membres inférieurs et que plusieurs sujets de l'étude étaient atteints d'arthrose, de blessures aux genoux, aux hanches ou au dos, conditions pour lesquelles ce test est contre-indiqué. De plus, en vieillissant, la puissance des membres inférieurs est une aptitude musculaire plus rarement requise dans les activités de la vie quotidienne.

Bref, il serait intéressant de refaire cette étude auprès d'une population coronarienne avec un niveau d'activité physique plus bas afin de pouvoir comparer la performance et les paramètres hémodynamiques de sujets coronariens actifs à une population coronarienne plus sédentaire. De plus, puisque le protocole initial des redressements assis partiels proposé par le SCPE fut difficile à respecter pour les deux groupes de sujets, il pourrait être intéressant d'adapter ce test et de créer une nouvelle grille d'interprétation pour les individus qui ne sont pas en mesure d'effectuer une seule répétition. Finalement, il serait pertinent de mesurer de façon directe la PA par cathéter afin d'observer la variation de la PA pendant les différentes phases du mouvement et de comparer ces mesures à celles prises immédiatement en post-effort dans la présente étude.

2.5 Conclusion

Les résultats de la présente étude démontrent que les tests de force de préhension, d'extensions des bras, de flexibilité et de redressements assis partiels tels que proposés par la SCPE sont sécuritaires chez des patients coronariens stables ayant préalablement effectué une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant sans complication cardiovasculaire. La comparaison des paramètres hémodynamiques mesurés pendant les tests musculosquelettiques à ceux mesurés lors de l'épreuve d'effort sur tapis démontre que la FC, la PAS et le DP ont été significativement plus élevés pendant le test aérobic chez les deux groupes de sujets. De plus, l'épreuve d'effort a engendré un plus grand nombre d'épisodes de sous-décalage du segment ST comparativement aux tests musculosquelettiques. Par ailleurs, les 3 sujets ayant présenté un sous-décalage du segment ST lors des tests musculosquelettiques en avaient préalablement présenté lors de l'épreuve d'effort sur tapis roulant.

Les paramètres hémodynamiques mesurés lors des tests musculosquelettiques démontrent que le DP et la PAD sont significativement plus élevés chez les sujets sans MCAS, tandis que la PAS est semblable chez les deux groupes, quoiqu'elle ait tendance à être plus élevée chez les sujets sans MCAS. Puisque le DP est un bon indice de la demande en O₂ au myocarde, un DP moins élevé chez les sujets avec MCAS démontre que les tests musculosquelettiques engendrent une moins grande augmentation de la demande au O₂ au myocarde chez ces sujets, et sont par conséquent moins susceptibles de causer de l'ischémie ou de l'angine. La prise de bêta-bloqueurs par plusieurs sujets coronariens pourrait expliquer le fait que la FC, la PA et le DP ne soient pas aussi élevés lors des tests musculosquelettiques chez ces sujets.

La comparaison des résultats obtenus aux différents tests, entre les deux groupes, démontre que la performance moyenne à chaque test est comparable dans les deux groupes. Par contre, la distribution des sujets à travers les cinq catégories présentées par la SCPE démontre que les sujets sans MCAS ont tendance à être classés plus souvent dans les catégories supérieures pour les tests force de préhension, flexibilité et redressements assis partiels. Le protocole original de la SCPE pour les redressements assis fut respecté par un nombre semblable de sujets dans les deux groupes. Même si les sujets avec MCAS sont distribués vers des catégories inférieures, il est important de mentionner que les tests ont été bien tolérés par les sujets et que lorsque disponible, la perception de l'effort selon l'échelle de Borg fut plus élevée pour l'épreuve d'effort maximal sur tapis roulant comparativement à tous les autres tests.

Bref, selon la variation des paramètres hémodynamiques observés lors des tests musculosquelettiques, la perception de l'effort et les résultats obtenus à chacun des tests, le protocole d'évaluation de la SCPE est sécuritaire et approprié pour les sujets coronariens dans la mesure où une épreuve d'effort maximal sans manifestation ischémique a été réalisée préalablement par les sujets.

Conclusion générale

Le contrôle des facteurs de risque joue un rôle majeur dans la prévention des MCV. C'est pourquoi plusieurs programmes de réadaptation cardiaque ont été mis sur pied depuis plusieurs années afin d'enseigner aux patients l'adoption de saines habitudes de vie. La sédentarité étant un facteur de risque de MCV, la pratique d'activité physique est aujourd'hui fortement encouragée auprès des patients avec MCAS. Par ailleurs, comme pour les individus asymptomatiques, la prescription d'exercice doit être adaptée à la condition physique initiale du patient. Présentement, dans la plupart des programmes de réadaptation cardiaque, seule l'épreuve d'effort maximal est effectuée afin de déterminer la tolérance à l'effort des patients. Bien que la pertinence de ce test ne soit pas remise en doute, l'ajout de tests permettant d'évaluer aussi les aptitudes musculosquelettiques des patients serait pertinent dans le but d'évaluer la condition physique globale des patients avec MCAS.

La recension des écrits effectuée dans le cadre de ce projet de recherche démontre que malgré les nombreux protocoles d'évaluation musculosquelettique proposés pour la population sans MCV, peu de protocoles sont proposés pour la population avec MCV. Parmi les protocoles proposés pour la population sans MCV, le « Guide canadien pour l'évaluation de la condition physique et des habitudes de vie » de la SCPE constitue un outil intéressant en encourageant la modification des habitudes de vie et en prônant une vie saine et active par divers outils et grilles d'interprétation des résultats. Le guide de la SCPE propose, entre autre, différents tests pour évaluer la condition physique générale des individus, dont 5 d'entre eux pour évaluer les aptitudes musculosquelettiques (force, endurance et puissance musculaires, flexibilité).

Ce protocole a donc été retenu pour la présente étude afin de déterminer si les tests musculosquelettiques qui y sont proposés sont sécuritaires et s'ils peuvent être effectués par des sujets avec MCAS. Les résultats ont démontré que les tests musculosquelettiques proposés par la SCPE sont sécuritaires chez les sujets avec MCAS stable car les paramètres hémodynamiques observés sont inférieurs à ceux mesurés lors d'une épreuve d'effort maximal sur tapis roulant, et que ces tests n'engendrent pas une augmentation plus élevée de ces paramètres chez les sujets coronariens comparativement aux sujets sans MCAS. Toutefois, puisque les 3 sujets ayant présenté un sous-décalage du segment ST pendant les tests de la SCPE ont aussi présenté un sous-décalage à l'épreuve d'effort maximal sur tapis, il est souhaitable de s'assurer que les sujets coronariens aient réalisé une épreuve d'effort maximal normale avant d'effectuer les tests musculosquelettiques.

Enfin, l'évaluation des aptitudes musculosquelettiques proposée par la SCPE via le « Guide canadien pour l'évaluation des habitudes de vie » est un outil conçu pour évaluer la condition physique globale de la population asymptomatique. À la lumière de ces résultats, il s'avère que cet outil d'évaluation est tout aussi pertinent pour les sujets avec MCAS stable. L'interprétation des résultats aux tests selon une grille permettant de comparer les résultats à ceux de la population canadienne asymptomatique du même groupe d'âge et du même genre, ainsi que les recommandations émises par la SCPE pour chaque catégorie constituent une source de motivation et favorisent une prescription d'exercices adaptée à la condition physique actuelle du patient.

Références

1. AACVPR. *Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs*. Champaign, Human Kinetics, 1995.
2. ACRC, *Canadian Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Cardiovascular Disease Prevention, Enhancing the Science, Referring the Art*, Second edition. Winnipeg, ACRC, 2004.
3. ACSM. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, Seventh edition. Champaign, Lippincott Williams and Wilkins, 2006.
4. ACSM. *Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, Fifth edition, USA, Lippincott Williams and Wilkins, 2006.
5. Ades P.A. Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease. *New Engl J Med*, 2001, 345; 892-903.
6. Ades P.A. Savage P.D. Tischler M.D. et al. Determinants of Disability in Older Coronary Patients. *Am Heart J*, 2002, 143; 151-160.
7. Ades P.A. Green N.M. Coello C.E. Effects of Exercise and Cardiac Rehabilitation on Cardiovascular Outcomes. *Cardiol Clin*, 2003, 21; 435-448.
8. Ades P.A. Savage P.D. Cress M.E. et al. Resistance Training on Physical Performance in Disabled Older Female Cardiac Patients. *Med Sci Sports Exerc*, 2003, 35; 1265-1270.
9. Beckham S.G. Earnest C.P. Metabolic Cost of Free Weight Training. *J Sports Med Phys Fitness*, 2000, 40; 118-125.
10. Beniamini Y. Rubenstein J.J. Zaichkowsky L.D. Crim M.C. Effects of High-Intensity Strength Training on Quality-of-Life Parameters in Cardiac Rehabilitation Patients. *Am J Cardiol*, 1997, 80; 841-846.
11. Bernard R.J. Gardner G.W. Diaco N.V. et al. Cardiovascular Responses to Sudden Strenuous Exercise : Heart Rate, Blood Pressure, and ECG. *J Appl Physiol*, 1973, 34; 833-837.
12. Bjarnason-Wehrens B. Mayer-Berger W. Meister E.R. et al. Recommendations for Resistance Exercise in Cardiac Rehabilitation. Recommendations of the German Federation for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehab*, 2004, 11; 352-361.
13. Butler R.M. Beierwaltes W.H. Rogers F.J. The Cardiovascular Response to Circuit Weight Training in Patients with Cardiac Disease. *J Cardiopulm Rehab*, 1987, 7; 402-409.
14. Butler R.M. Palmer G. Rogers F.J. Circuit Weight Training in Early Cardiac Rehabilitation. *J Am Osteopat Assoc*, 1992, 92; 77-89.
15. Chaney R.H. Arndt S. Comparison of Cardiovascular Risk in Maximal Isometric and Dynamic Exercise. *Southern Med J*, 1983, 76; 464-467.

16. Church T.S. Barlow C.E. Earnest C.P. et al. Association Between Cardiorespiratory Fitness and C-Reactive Protein in Men. *Arteriosc Thromb Vasc Biol*, 2002, 22; 1869.
17. Cole C.R. Blackstone E.H. Pashkow F.J. et al. Heart-Rate Recovery Immediately After Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med*, 1999, 341; 1351-1357.
18. Collins M.A. Hill D.W. Cureton K.J. DeMello J.J. Plasma Volume Change During Heavy-Resistance Weight Lifting. *Eur J Appl Physiol*, 1986, 55; 44-48.
19. Comess K.A. Fenster P.E. Clinical Implications of Blood Pressure Response to Exercise. *Cardiol*, 1981, 68; 233-244.
20. Crozier L.E. Holly R.G. Amsterdam E.A. Effects of High Resistance Training in Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol*, 1989, 64; 866-870.
21. Daub W.D. Knapik G.P. Black W.R. Strength Training Early After Myocardial Infarction. *J Cardiopulm Rehab*, 1996, 16; 100-108.
22. DeBusk R. Pitts W. Haskell W. Houston N. Comparison of Cardiovascular Responses to Static-Dynamic Effort and Dynamic Effort Alone in Patients with Chronic Ischemic Heart Disease. *Circulation*, 1979, 59; 977-984.
23. DeGroot D.W. Quinn T.J. Kertzer R. Vroman N.B. Olney W.B. Circuit Weight Training in Cardiac Patients : Determining Optimal Workloads for Safety and Energy Expenditure. *J Cardiopulm Rehab*, 1998, 18; 145-152.
24. Derman E.W. Circuit Weight Training Improves Exercise Tolerance of Cardiac Rehabilitation Patients Without Causing Left Ventricular Hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*, 1994, 26 suppl.1; 142.
25. Ellestad M. Chronotropic Incompetence : The Implications of Heart Rate Response to Exercise (Compensatory Parasympathetic Hyperactivity?). *Circulation*, 1996, 93; 1485-1487.
26. Faigenbaum A.D. Skrinar G.S. Cesar W.F. et al. Physiologic and Symptomatic Responses of Cardiac Patients to Resistance Exercise. *Arch Phys Rehab* 1990, 71; 395-398.
27. Featherstone J.F. Holly R.G. Amsterdam E.A. Physiologic Responses to Weight Lifting in Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol*, 1993, 71; 287-292.
28. Flessas A.P. Connelly G.P. Handa S. et al. Effects of Isometric Exercise on the End-Diastolic Pressure, Volumes, and Function of the Left Ventricle in Man. *Circulation*, 1976, 59; 839-846.
29. Fletcher G.F. Balady G.J. Amsterdam E.A. Chaitman B. Eckel R. Fleg J. et al. Exercise Standards for Testing and Training : A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation*. 2001, 104; 1694-1740.
30. Fondation des maladies du coeur. Le taux des MCV. Dans: Fondation des maladies du coeur. Statistiques et documentation. Site de la Fondation des maladies du coeur du Canada, en ligne [http :\www.fmcoeur.ca](http://www.fmcoeur.ca) (page consultée le 15 Février 2005)

31. Foster C. Dymond D.S. Carpenter J. Schmidt D.H. Effects of Warm-up on Left Ventricular Response to Sudden Strenuous Exercise. *J Appl Physiol*, 1982, 53; 380-383.
32. Franklin B.A. Bonzheim K. Berg T. Bonzheim S. Hospital and Home-based Cardiac Rehabilitation Outpatient Programs Dans: Pollock M.L. Schmidt D.H. (Ed) *Heart Disease and Rehabilitation*. Third Edition. Champaign, Human Kinetics, 1995; 229-242.
33. Franklin B.A. Hogan P. Bonzheim K. Bakalar D. Terrien E. Gordon S. Timmins G.C. Cardiac demands of heavy snow shoveling. *JAMA.*, 1995, 273; 368-374.
34. Franklin B.A. Swain D.P. Shepard R.J. New Insights in the Prescription of Exercise for Coronary Patients. *J Cardiovasc Nurs*, 2003, 18; 116-123.
35. Gordon N.F. Kohl H.W. Pollock M.L. Vaandrager H. Gibbons L.W., Blair S.N. Cardiovascular Safety of Maximal Strength Testing in Healthy Adults. *Am J Cardiol*, 1995, 76; 851-853.
36. Gutmann M.C. Sheldahl L.M. Tristani F.E. Wilke N.A. Returning the Patient to Work Dans: Pollock M.L. Schmidt D.H. (Ed) *Heart Disease and Rehabilitation*. Third Edition. Champaign, Human Kinetics, 1995; 405-421.
37. Haennel R.G. Quinney H.A. Kappagoda C.T. Effects of Hydrolic Circuit Training Following Coronary Artery Bypass Surgery. *Med Sci Sports Exerc*, 1991, 23; 158-165.
38. Hagerman F.C. Walsh S.J. Staron R.S. et al. Effects of High-Intensity Resistance Training on Untrained Older Men. I. Strength, Cardiovascular, and Metabolic Responses. *Journal of Gerontol: Biol Sci*, 2000, 55A; B336-B346
39. Haissley J-C. et al. Comparative Response to Isometric (Static) and Dynamic Exercise Tests in Coronary Disease. *Am J Cardiol*, 1974, 33; 791-796.
40. Hall L.K. Meyer G.C. Hellerstein H.K. *Cardiac Rehabilitation : Exercise Testing and Prescription*, vol II, Champaign, Human Kinetics, 1998.
41. Hambrecht R. Wolf A. Gielen S. et al. Effects of Exercise on Coronary Endothelial Function in Patients with Coronary Artery Disease. *N Engl J Med*, 2000, 342; 454-460.
42. Haskell W.L. Health Consequences of Physical Activity: Understanding and Challenges Regarding Dose-Response. *Med Sci Sports Exerc*, 1994, 26; 649-660.
43. Haslam D.R.S. McCartney N. McKelvie R.S. MacDougall J.D. Direct Measurements of Arterial Blood Pressure During Formal Weightlifting in Cardiac Patients. *J Cardiopulm Rehab*, 1988, 8; 213-225.
44. Haykowsky M.J. Eves N.D. Warbuton D.E. Findlay M.J. Resistance Exercise, the Valsalva Maneuver, and cerebrovascular transmural pressure. *Med Sci Sports Exerc*, 2003, 35; 65-68.
45. Helfant R.H. DeVilla M.A. Meister S.G. Effect of Sustained Isometric Hand grip Exercise on Left Ventricular Performance. *Circulation*, 1971, 44; 982-993.

46. Houston M.N. Barr T.C. *Lifestyle Management for Patients with Coronary Heart Disease. Current Issues in Cardiac Rehabilitation Series. Monograph Number 2.* Champaign, Human Kinetics, 1995.
47. Hughes S. Novel Cardiovascular Risk Factors. *J Cardiovasc Nurs*, 2003, 18; 131-138.
48. Iqbal R.B. Eastwood B.J. Gregor R.D. Guernsey J.R. Klassen G.A. MacKenzie B.R. Wolf H.K. Decreasing Mortality from Acute Myocardial Infarction : Effect of Attack Rates and Case Severity. *J Clin Epidemiol*, 1997, 50; 787-791.
49. Jackson D.H. Isometric Stress : A New Testing Method in Isometric Heart Disease. *Clin Res*, 1971, 19; 321.
50. Jorgensen C.R. Wang K. Wang Y. et al. Effects of Propanolol on Myocardial Oxygen Consumption and its Hemodynamic Correlates during Upright Exercise. *Circulation*, 1973, 48; 1173-1182.
51. Jugdutt B.I. Michorowski B.L. Kappagoda C.T. Exercise Training after Anterior Q Wave Myocardial Infarction : Importance of Regional Left Ventricular Function and Topography. *J Am Coll Cardiol*, 1998, 12; 362-372.
52. Kelemen M.H. Stewart K.J. Gillilan R.E. et al. Circuit Weight Training in Cardiac Patients. *J Am Coll Cardiol*, 1986, 7; 38-42.
53. Kerber R.E. Miller R.A. Najjar S.M. Myocardial Ischemic Effects of Isometric, Dynamic and Combined Exercise in Coronary Artery Disease. *CHEST*, 1975, 67; 388-394.
54. Kino-Québec, *Quantité d'activité physique requise pour en retirer des bénéfices santé : Synthèse de l'avis du Comité scientifique de Kino-Québec et applications.* Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation, 1999.
55. LaMonte M.J. Durstine J.L. Yanowitz F.G. et al. Cardiorespiratory Fitness and C-Reactive Protein Among a Tri-Ethnic Sample of Women. *Circulation*, 2002, 106; 403-406.
56. Lamotte M. Niset G. Van de Borne P. The Effect of Different Intensity Modalities of Resistance Training on Beat-to-Beat Blood Pressure in Cardiac Patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehab*, 2005, 12; 12-17.
57. Leplège A. et al. Le questionnaire MOS SF-36 manuel de l'utilisateur et guide d'interprétation des scores, France, Estem, 2001.
58. Lind A.R. Cardiovascular Responses to Static Exercise. *Circulation*, 1970,4; 173-176.
59. Logan T. *A Comparison of the Cardiovascular Responses to Treadmill Exercise Testing and Two Simulated Activities of Daily Living in Stable Cardiac Patients.* Regina : Physical Activities Studies, University of Regina; 2000.
60. Marieb E.N. *Anatomie et physiologie humaines, 2e édition*, St-Laurent, ERPI, 1999.

61. McCartney N. McKelvie R.S. Haslam D.R.S. Jones N.L. Usefulness of Weightlifting Training and Maximal Power Output in Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol*, 1991, 67; 939-945.
62. McCartney N. McKelvie R.S. Martin J. Sale D.G. MacDougall J.D. Weight-Training-Induced attenuation of the Circulation Response of Older Males to Weight Lifting. *J Appl Physiol*, 1993, 74; 1056-1060.
63. McCartney N. Role of Resistance Training in Heart Disease. *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30 Supplement; S396-S402.
64. McCartney N. Acute Responses to Resistance Training and Safety (Clinical Sciences : Symposium : Resistance Training for Health and Disease). *Med Sci Sports Exerc*, 1999, 31; 31-37.
65. McDougall J.D. Tuxen D. Sale D.G. et al. Arterial Blood Pressure Response to Heavy Resistance Exercise. *J. Appl. Physiol*, 1985, 53; 785-790.
66. McHenry P.L. Ellestad M.H. Fletcher G.D. et al. Statement on Exercise. A Position Statement for Health Professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 1990, 81; 396-398.
67. McKelvie R.S. McCartney N. Tomlinson C. Bauer R. MacDougall J.D. Comparison of hemodynamic responses to Cycling and Resistance Exercise in Congestive Heart Failure Secondary to Ischemic Cardiomyopathy. *Am J Cardiol*, 1995, 76; 977-979.
68. Miller H.S. Fletcher G.F. Community-based Cardiac Rehabilitation Outpatient Programs Dans: Pollock M.L. Schmidt D.H. (Ed) *Heart Disease and Rehabilitation*. Third Edition. Champaign, Human Kinetics, 1995; 229-242.
69. Mitchell J.H. Wildenthal K. Static (Isometric) Exercise and the Heart : Physiological and Clinical Considerations. *Annual Review of Med*, 1974, 25; 369-381.
70. NSCA. *Essential of Strength Training and Conditioning*, Second edition. Champaign, Human Kinetics, 2000
71. Pepin V. Alexander J.F. Phillips W.T. Physical Function Assessment in Cardiac Rehabilitation- Self-Report, Proxy-Report and Performance-Based Measured. *J Cardiopulm Rehab*, 2004, 24; 287-295.
72. Pollock M.L. Carroll J.F. Graves J.E. et al. Injuries and Adherence to Walk/Jog and Resistance Training Programs in the Elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 1991, 23; 1194-1200.
73. Pollock M.L. Welsch M.A. Graves J.E. Exercise Prescription for Cardiac Rehabilitation Dans: Pollock M.L. Schmidt D.H. (Ed) *Heart Disease and Rehabilitation*. Third Edition. Champaign, Human Kinetics, 1995; 243-276.

74. Pollock M.L. Franklin B.A. Balady G.J. Chaitman B.L. et al. Resistance Exercise in Individuals with and without Cardiovascular Disease : An Advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association (AHA Science Advisory). *Circulation*, 2000, 101; p.828-840.
75. Rejeski W.J. Foy C.G. Brawley L.R. Brubaker P.H. et al. Older Adults in Cardiac Rehabilitation : A New Strategy for Enhancing Physical Function. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34; 1705-1713.
76. Rikli R.E. Jones J.C. *Senior Fitness Test Manual*, Fullerton, Human Kinetics, 2001.
77. Saito M. Yamazaki T. Goto Y. Sumiyoshi T. et al. Cardiovascular Responses during Ordinary Activities in Healthy Subjects : Predmoninance of Blood Pressure Response over Heart Rate in Activties with Isometric Components. *J Cardiopulm Rehab*, 1987, 7; 253-258.
78. Société Canadienne de Physiologie d'Exercice (SCPE), *Guide Canadien pour l'Évaluation de la Condition Physique et des Habitudes de Vie*, 2e édition, Ottawa, Santé Canada, 1999.
79. Shaw C.E. McCully K.K. Posner J.D. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J Cardiopulm Rehab*, 1995, 15; 283-287.
80. Sheldahl L.M. Wilke N.A. Tristani F.E. Kalbfleisch J.H. Responses of Patients after Myocardial Infarction to Carrying a Graded Series of Weight Load. *Am J Cardiol*, 1983, 52; 698-703.
81. Sheldahl L.M. Wilke N.A. Tristani F.E. Kalbfleisch J.H. Response to Repetitive Static-Dynamic Exercise in Patients with Coronary Artery Disease. *J Cardiopulm Rehab*, 1985, 5; 139-145.
82. Sheldahl L.M. Wilke N.A. Hanna R.D. Dougherty S.M. Tristani F.E. Responses of People with Coronary Artery Disease to Common Lawn-Care Tasks. *Eur J Appl Physiol occup Physiol*, 1996, 72; 357-364.
83. Sparling P.B. Cantwell J.D. Strength Training Guidelines for Cardiac Patients. *Phys Sports Med*, 1989, 17; 190-196.
84. Squires R.W. Muri A.J. Anderson L.J. et al. Weight Training During Phase II (Early Outpatient) Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehab*, 1991, 11; 360-364.
85. Stewart K.J. Mason M. Kelemen M.H. Three-year participation circuit weight training improves muscular strenght and self-efficacy in cardiac patients. *J Cardiopulm Rahab*, 1988,8; 292-296.
86. Stewart K.J. Resistive Training Effects on Strength and Cardiovascular Endurance in Cardiac and Coronary Prone Patients. *Med Sci Sports Exerc*, 1989,21; 678-682.
87. Stewart K.J. McFerland L.D. Weinhofer J.J. et al. Safety and Efficacy of Weight Training Soon After Acute Myocardial Infarction. *J Cardiopulm Rehab*, 1998, 18; 37-44.
88. Stralow C.R. Ball T.E. Looney M. Acute Cardiovascular Responses of Patients with Coronary Disease to Dynamic Variable Resistance Exercise of Different Intensities. *Journal Cardiopulm Rehab*, 1993, 13; 255-263.

89. Tiukinhoy S. Beohar N. Hsie M. Improvement in Heart Rate Recovery After Cardiac Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehab*, 2003, 23; 84-87.
90. Vender L.B. Franklin B.A. Wrisley D. Rubenfire M. Acute Cardiovascular Responses to Nautilus Exercise in Cardiac Patients : Implications for Exercise Training. *Annals Sports Med*, 1986, 2; 165-169.
91. Verrill D.E. Shoup E. McElveen G. Witt K. Bergey D. Resistive Exercise Training in Cardiac Patients. *Sports Med*, 1992, 13; 171-193.
92. Verrill D.E. Ashley R. Witt K. Forkner T. Recommended Guidelines for Monitoring and Supervision of North Carolina Phase II/III Cardiac Rehabilitation Programs : A Position Paper by the North Carolina Cardiopulmonary Rehabilitation Association. *J Cardiopulm Rehab*, 1996, 16; 9-24.
93. Verrill D.E. Ribisl P.M. Resistive Exercise Training in Cardiac Rehabilitation. *Sports Med*, 1996, 21; 347-376.
94. Wenger N.K. Cardiac Rehabilitation / Cardiac Rehabilitation Guideline Panel. *Am Family Phys*, 1995, 52; 2257-2264.
95. Werber-Zion G. Goldhammer E. Shaar A. Pollock M.L. Left Ventricular Function During Strength Testing and Resistance Exercise in Patients with Left Ventricular Dysfunction. *J Cardiopulm Rehab*, 2004, 24; 100-109.
96. World Health Organization. World Health Statistics Quaterly. *World Health Statistics Report*. 1998; 51.
97. Wilke N.A. Sheldahl L.M. Dougherty S.M. et al. Energy Expenditure during Household Tasks in Women with Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol*, 1995, 75; 670-674.
98. Wolf J.E. Michon D. *Cardiologie et réadaptation cardiaque, dossier de kinésithérapie*, Paris, Masson, 1991.

