



HAL
open science

Déconditionnement et réentraînement à l'effort chez des hémiplésiques d'origine vasculaire : Evaluation à court et moyen termes des effets d'un réentraînement à l'effort sur les capacités, les performances et la qualité de vie

Amélie Touillet

► To cite this version:

Amélie Touillet. Déconditionnement et réentraînement à l'effort chez des hémiplésiques d'origine vasculaire : Evaluation à court et moyen termes des effets d'un réentraînement à l'effort sur les capacités, les performances et la qualité de vie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2009. hal-01733727

HAL Id: hal-01733727

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733727>

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de
Médecine spécialisée

Par

Amélie TOUILLET

le 26 octobre 2009

**DECONDITIONNEMENT ET REENTRAINEMENT A L'EFFORT CHEZ DES
HEMIPLEGIQUES D'ORIGINE VASCULAIRE :
EVALUATION A COURT ET MOYEN TERMES DES EFFETS D'UN
REENTRAINEMENT A L'EFFORT SUR LES CAPACITES, LES PERFORMANCES ET
LA QUALITE DE VIE.**

Examineurs de la thèse :

Monsieur PAYSANT J.	Professeur	Président
Monsieur ANDRE J-M.	Professeur	Juge
Monsieur CHENUÉL B.	Professeur	Juge
Monsieur BEIS J-M.	Docteur	Juge
Monsieur BOSSER G.	Docteur	Juge

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de
Médecine spécialisée

Par

Amélie TOUILLET

le 26 octobre 2009

**DECONDITIONNEMENT ET REENTRAINEMENT A L'EFFORT CHEZ DES
HEMIPLEGIQUES D'ORIGINE VASCULAIRE :
EVALUATION A COURT ET MOYEN TERMES DES EFFETS D'UN
REENTRAINEMENT A L'EFFORT SUR LES CAPACITES, LES PERFORMANCES ET
LA QUALITE DE VIE.**

Examineurs de la thèse :

Monsieur PAYSANT J.	Professeur	Président
Monsieur ANDRE J-M.	Professeur	Juge
Monsieur CHENUUEL B.	Professeur	Juge
Monsieur BEIS J-M.	Docteur	Juge
Monsieur BOSSER G.	Docteur	Juge

Président de l'Université : Professeur Jean-Pierre FINANCE

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen *Recherche* : Professeur Jean-Louis GUEANT

Vice Doyen *Pédagogie* : Professeur Annick BARBAUD

Vice Doyen *Campus* : Professeur Marie-Christine BÉNÉ

Assesseurs :

du 1^{er} Cycle :

du 2^{ème} Cycle :

du 3^{ème} Cycle :

Filières professionnalisées :

Prospective :

FMC/EPP :

M. Christophe NEMOS

M. le Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

M. le Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT

M. le Professeur Christophe CHOSEROT

M. le Professeur Laurent BRESLER

M. le Professeur Jean-Dominique DE KORWIN

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX

Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

PROFESSEURS HONORAIRES

Pierre ALEXANDRE – Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Jean BEUREY
Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT
Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS
Michel DUC - Jean DUHEILLE - Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gabriel FAIVRE – Gérard FIEVE - Jean FLOQUET
Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ
Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN - Claude HURIET – Christian JANOT - Jacques LACOSTE
Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Alain LARCAN - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE
Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Michel MANCIAUX - Jean-Pierre MALLIÉ - Pierre MATHIEU
Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS
Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU – Jacques POUREL - Jean PREVOT
Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Paul SADOUL - Daniel SCHMITT
Jean SOMMELET - Danièle SOMMELET - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TRÉHEUX - Hubert UFFHOLTZ
Gérard VAILLANT – Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER

Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER

Professeur René ANXIONNAT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Professeur Ali DALLOUL

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIÉWSKI

3^{ème} sous-section : (Maladies infectieuses ; maladies tropicales)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (Épidémiologie, économie de la santé et prévention)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON

Professeur Francis GUILLEMIN – Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

2^{ème} sous-section : (Médecine et santé au travail)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (Médecine légale et droit de la santé)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Hématologie ; transfusion)

Professeur Thomas LECOMPTE – Professeur Pierre BORDIGONI

Professeur Jean-François STOLTZ – Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Professeur Gilbert FAURÉ – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (Génétiqúe)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie et réanimation chirurgicale ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES – Professeur Gérard AUDIBERT

2^{ème} sous-section : (Réanimation médicale ; médecine d'urgence)

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT

Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD

**49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE,
HANDICAP et RÉÉDUCATION**

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI

Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE

Professeur Thierry CIVIT

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD

Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénérologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL

Professeur Christian de CHILLOU

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT - Professeur Jean-Pierre CARTEAUX – Professeur Loïc MACÉ

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^{ème} sous-section : (Chirurgie digestive)

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Michèle KESSLER – Professeur Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Philippe MANGIN – Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMIŃSKY

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Laurent BRESLER

Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

22

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER
Professeur François FEILLET - Professeur Cyril SCHWEITZER

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Michel SCHWEITZER – Professeur Jean-Louis BOUTROY

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Claude SIMON – Professeur Roger JANKOWSKI

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Docteur Edouard BARRAT - Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Docteur Béatrice MARIE

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE – Docteur Amar NAOUN

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Docteur Damien MANDRY

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN – Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND

Docteur Shyue-Fang BATTAGLIA

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteur Nicole LEMAU de TALANCE

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Docteur Véronique DECOT-MAILLERET

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Docteur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière*)

Docteur Francine MORY – Docteur Véronique VENARD

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et mycologie*)

Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU – Madame Marie MACHOUART

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Epidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteur Frédérique CLAUDOT

3^{ème} sous-section (*Médecine légale et droit de la santé*)

Docteur Laurent MARTRILLE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Docteur Pierre GILLOIS – Docteur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Docteur François SCHOONEMAN

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie ; cancérologie (type mixte : biologique)*)

Docteur Lina BOLOTINE

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteur Céline BONNET

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

3^{ème} sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique*)

Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT – Docteur Nicolas GAMBIER

4^{ème} sous-section : (*Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie*)

Docteur Patrick ROSSIGNOL

50^{ème} Section : RHUMATOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Rhumatologie*)

Docteur Anne-Christine RAT

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

5^{ème} sous-section : (*Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE

Monsieur Vincent LHULLIER

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK – Monsieur Walter BLONDEL

64^{ème} section : **BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**
Mademoiselle Marie-Claire LANHERS

65^{ème} section : **BIOLOGIE CELLULAIRE**
Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY
Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS
Madame Natalia DE ISLA – Monsieur Pierre TANKOSIC

66^{ème} section : **PHYSIOLOGIE**
Monsieur Nguyen TRAN

67^{ème} section : **BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE**
Madame Nadine MUSSE

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Professeur associé Alain AUBREGE
Docteur Francis RAPHAEL
Docteur Jean-Marc BOIVIN
Docteur Jean-Louis ADAM
Docteur Elisabeth STEYER

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Pierre BEY - Professeur Michel BOULANGE
Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean FLOQUET - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ
Professeur Simone GILGENKRANTZ – Professeur Henri LAMBERT - Professeur Alain LARCAN
Professeur Denise MONERET-VAUTRIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS – - Professeur Guy PETIET
Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON - Professeur Jacques POUREL
Professeur Jacques ROLAND - - Professeur Michel STRICKER - Professeur Gilbert THIBAUT
Professeur Paul VERT - Professeur Michel VIDAILHET

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)
Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
*Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des
Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)*
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Monsieur le Professeur Jean Paysant

Professeur de Médecine Physique et de Réadaptation.

Merci de m'avoir guidée et encouragée tout au long de ma formation et plus particulièrement pour la réalisation de ce travail.

Soyez assuré de ma profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur Jean-Marie André

Professeur de Médecine Physique et de Réadaptation.

Chevalier de l'Ordre National de la Légion d'honneur.

Merci d'avoir participé à ma formation dans cette discipline et de m'avoir conseillée pour ce travail.

Soyez assuré de mon profond respect.

Monsieur le Professeur Bruno CHENUÉL

Professeur de Physiologie.

Merci d'avoir accepté de faire partie du jury.

Monsieur le Docteur Jean-Marie BEIS

Médecin de Médecine Physique et de Réadaptation au Centre de Réadaptation Fonctionnelle de Lay-Saint-Christophe.

Merci d'avoir accepté de faire partie du jury et d'avoir participé à ma formation dans le domaine de la rééducation neurologique et des explorations électrophysiologiques.

Monsieur le Docteur Gilles Bosser

Médecin Cardiologue à la section hospitalière A de Brabois de l'Institut Régional de Réadaptation.

Merci de m'avoir aidée dans la compréhension de la physiologie de l'effort et d'avoir consacré du temps à l'analyse statistique des résultats.

Je remercie toute l'équipe des kinésithérapeutes du secteur de réadaptation du Centre Pierquin pour le temps consacré à cette étude avec en particulier la réalisation de nombreux tests de 6 min et épreuves d'effort.

Je tiens également à remercier Marie-Christine Saraiva et Dominique Pontasse pour leur aide dans l'organisation des différents rendez-vous et Hélène Antoine pour son aide informatique.

Merci d'avoir participé à ma formation lors de mon passage dans les différents services et de m'avoir fait découvrir avec enthousiasme les différents aspects de la Médecine Physique et de Réadaptation.

A Madame le Docteur Francine Rumeau et à Madame le Docteur Claude Gavillot, médecins de Médecine Physique et de Réadaptation à la section hospitalière D de Brabois de l'Institut Régional de Réadaptation.

A Madame le Docteur Alice Fraser, à Monsieur le Docteur Loïc Le Chapelain et à Madame le Docteur Marie-Odile Thisse, médecins de Médecine Physique et de Réadaptation au Centre de Réadaptation Fonctionnelle de Lay-Saint-Christophe.

A Monsieur le Docteur Bertrand Brugerolle, à Monsieur le Docteur Richard Chomiki, à Madame le Docteur Anne Foisneau-Lottin, à Madame le Docteur Cécile Frenay, à Madame le Docteur Sylvie Henry-Catala, à Madame le Docteur Isabelle Loiret, à Monsieur le Docteur Noël Martinet et à Madame le Docteur Myriam Saint Eve, médecins de Médecine Physique et de Réadaptation au Centre de Réadaptation Fonctionnelle Louis Pierquin.

A Monsieur le Docteur Didier Petry, médecin de Médecine Physique et de Réadaptation à la section hospitalière C de Jeanne d'Arc de l'Institut Régional de Réadaptation.
Merci de me faire partager vos connaissances et votre expérience en électromyographie.

A Monsieur le Docteur Marc Auburtin, à Madame le Docteur Isabelle Béguinot et à Madame le Docteur Hélène Schuhmacher, médecins de Médecine Interne dans le service de Médecine A de l'hôpital Jean Monnet à Epinal.

A Monsieur le Docteur Bernard Huttin, à Monsieur le Docteur Sébastien Delassaux et à Monsieur le Docteur Philippe Poirey médecins dans le service de Neurologie de l'hôpital Jean Monnet à Epinal.

A Madame le Docteur Sarah Louis, neurologue dans le service de Neurologie de l'hôpital Central. Merci d'avoir participé à ma formation en électromyographie.

Aux équipes d'infirmiers (ères), d'ergothérapeutes, de kinésithérapeutes, de professeurs d'activité physique adaptée, d'orthophonistes, de neuropsychologues, d'orthoprothésistes, d'assistantes sociales, de psychomotriciens, de formateurs professionnels et de secrétaires que j'ai rencontrées dans mes différents stages.

A mes grands-parents et à mes parents pour leur présence encourageante et leur soutien.

A ma mère pour les nombreuses relectures attentives.

A ma sœur, Clémence pour son aide précieuse et sa bonne humeur.

A Boris pour sa participation informatique et son humour relaxant.

A mes oncles et tantes, cousins et cousines.

Avec toute mon affection.

A mes amis

A mes co-internes :

Guillaume, Matthieu, Maud, Khaled, Hélène, Julia, Cristina, Jessica, Baptiste, Nathalie, Séverine, Clémence, Nicolas, Magalie...

Merci à Sylvie et Isabelle pour leurs encouragements et à Hélène pour son aide efficace, les multiples relectures et la mise en page.

Avec toute mon amitié.

SERMENT

"Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque".

Introduction	20
1. Capacité à l'effort et déconditionnement	21
1.1. Généralités sur la condition physique et le déconditionnement	21
1.1.1. Rappels sur la physiologie de l'effort	21
1.1.1.1. Réponses du système ventilatoire	21
1.1.1.2. Réponses du système cardiovasculaire	22
1.1.1.3. Réponses musculaires métaboliques	22
1.1.2. Les différents types d'efforts.....	24
1.1.3. Les différents types de fibres musculaires	24
1.1.4. Critères d'évaluation de la capacité à l'effort	25
1.1.4.1. VO ₂ max et VO ₂ au seuil.....	25
1.1.4.2. VO ₂ au pic	27
1.1.4.3. Evaluation de la perception de l'effort.....	27
1.1.4.4. Puissance	27
1.1.4.5. Test de 6 minutes.....	28
1.1.5. Le déconditionnement à l'effort.....	28
1.1.6. Les effets de l'entraînement chez les sujets sains	28
1.2. Existence d'un déconditionnement post AVC	30
1.2.1. Etudes évaluant la capacité à l'effort en post AVC à la phase aiguë	30
1.2.2. Etudes évaluant la capacité à l'effort à distance de l'AVC.....	31
1.2.3. Etudes évaluant l'évolution longitudinale de la capacité à l'effort en post AVC..	32
1.3. Causes du déconditionnement post AVC : hypothèses actuelles	33
1.3.1. Existence d'un déconditionnement pré AVC.....	33
1.3.1.1. Dysfonctions cardiovasculaires préalables à l'AVC.....	34
1.3.1.2. Dysfonctions ventilatoires préalables à l'AVC.....	34
1.3.2. Facteurs de déconditionnement post AVC.....	35
1.3.2.1. Dysfonctions cardiovasculaires post AVC.....	35
1.3.2.2. Dysfonctions ventilatoires post AVC.....	35
1.3.2.3. Dysfonctions neuromusculaires	36
1.3.2.4. Niveau d'exercice physique insuffisant	39
1.4. Retentissement de l'AVC et du déconditionnement	40
1.4.1. Effets sur la marche.....	40
1.4.1.1. Modifications du schéma de marche en post AVC.....	41
1.4.1.2. Diminution de la vitesse de marche	41
1.4.1.3. Augmentation du coût énergétique de la marche	43
1.4.1.4. Diminution de l'endurance à la marche	44
1.4.1.5. Liens entre capacité à l'effort et endurance à la marche	45
1.4.2. Retentissement sur les AVJ.....	46
1.4.3. Effets sur les risques cardiovasculaires et les comorbidités.....	47
1.4.4. Effets sur la qualité de vie	48
1.4.5. Effets sur la fatigue	49
2. Réentraînement à l'effort en post AVC.....	53
2.1. Données générales sur le réentraînement à l'effort	53
2.1.1. Principes des programmes de réentraînement à l'effort.....	53
2.1.2. Effets de ces programmes dans les pathologies cardiovasculaires	55
2.2. Données actuelles sur le réentraînement à l'effort en post AVC	56
2.2.1. Les différentes techniques de réentraînement à l'effort étudiées en post AVC.....	56

2.2.1.1. Réentraînement cardiovasculaire et cycloergomètre.....	56
2.2.1.2. Réentraînement à la marche	58
2.2.1.3. Renforcement musculaire.....	59
2.2.1.4. Programmes utilisant la stimulation musculaire électrique.....	60
2.2.1.5. Protocole en balnéothérapie	60
2.2.1.6. Protocoles multioutils.....	61
2.2.2. Les différents protocoles	61
2.2.2.1. Population cible.....	61
2.2.2.2. Délai entre l'AVC et le début du réentraînement.....	62
2.2.2.3. Durée du protocole et fréquence des séances.....	62
2.2.2.4. Intensité de l'exercice et sa progression.....	62
2.2.3. Les résultats observés.....	64
2.2.3.1. Survenue d'évènements indésirables	64
2.2.3.2. Observance	64
2.2.3.3. Résultats au niveau cardiovasculaire et respiratoire	65
2.2.3.3.1. Effets sur la capacité à l'effort	65
2.2.3.3.2. Effets métaboliques.....	67
2.2.3.3.3. Morbimortalité	67
2.2.3.4. Résultats fonctionnels	67
2.2.3.4.1. Effets sur les capacités de marche.....	67
2.2.3.4.2. Effets sur le niveau d'activité.....	69
2.2.3.5. Effets sur la qualité de vie.....	69
2.2.4. Eléments influençant l'efficacité des programmes	70
2.2.4.1. Caractéristiques de la population	70
2.2.4.2. Délai de réalisation post AVC.....	71
2.2.4.3. Durée	71
2.2.4.4. Intensité de l'exercice.....	72
2.2.4.5. Techniques utilisées	73
2.2.5. Evolution après l'arrêt du programme	73
3. Etude clinique prospective	75
3.1. Matériel et méthode.....	75
3.1.1. Objectifs	75
3.1.2. Matériel	75
3.1.2.1. Population.....	76
3.1.2.2. Critères d'évaluation et outils de mesure	77
3.1.2.2.1. Capacité à l'effort.....	77
3.1.2.2.2. Endurance à la marche	78
3.1.2.2.3. Activité en milieu ordinaire.....	79
3.1.2.2.4. Qualité de vie	81
3.1.2.2.5. Fatigue.....	81
3.1.2.3. Protocole pour un sujet.....	82
3.1.2.3.1. Avant l'inclusion.....	82
3.1.2.3.2. Planning des évaluations	82
3.1.2.4. Programme personnalisé de réentraînement	83
3.1.2.5. Analyse statistique.....	86
3.2. Résultats	86
3.2.1. Cas clinique 1	87
3.2.1.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	87
3.2.1.2. Résultats des évaluations.....	88
3.2.1.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	88

3.2.1.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	90
3.2.1.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	91
3.2.1.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	91
3.2.1.2.5. Evolution de la qualité de vie	94
3.2.1.2.6. Evolution de la fatigue	95
3.2.2. Cas clinique 2	97
3.2.2.1. Présentation de la patiente et du traitement réalisé	97
3.2.2.2. Résultats des évaluations.....	98
3.2.2.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	98
3.2.2.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	100
3.2.2.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	101
3.2.2.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	101
3.2.2.2.5. Evolution de la qualité de vie	104
3.2.2.2.6. Evolution de la fatigue	105
3.2.3. Cas clinique 3	106
3.2.3.1. Présentation de la patiente et du traitement réalisé	106
3.2.3.2. Résultats des évaluations.....	107
3.2.3.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	107
3.2.3.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	109
3.2.3.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	110
3.2.3.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	110
3.2.3.2.5. Evolution de la qualité de vie	113
3.2.3.2.6. Evolution de la fatigue	113
3.2.4. Cas clinique 4	115
3.2.4.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	115
3.2.4.2. Résultats des évaluations.....	116
3.2.4.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	116
3.2.4.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	118
3.2.4.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	119
3.2.4.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	119
3.2.4.2.5. Evolution de la qualité de vie	122
3.2.4.2.6. Evolution de la fatigue	123
3.2.5. Cas clinique 5	124
3.2.5.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	124
3.2.5.2. Résultats des évaluations.....	125
3.2.5.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	125
3.2.5.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	127
3.2.5.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	128
3.2.5.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	128
3.2.5.2.5. Evolution de la qualité de vie.....	131
3.2.5.2.6. Evolution de la fatigue	131
3.2.6. Cas clinique 6	133
3.2.6.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	133
3.2.6.2. Résultats des évaluations.....	134
3.2.6.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	134
3.2.6.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	136
3.2.6.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	137
3.2.6.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	137
3.2.6.2.5. Evolution de la qualité de vie.....	140
3.2.6.2.6. Evolution de la fatigue	141
3.2.7. Cas clinique 7	142

3.2.7.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	142
3.2.7.2. Résultats des évaluations.....	143
3.2.7.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	143
3.2.7.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	145
3.2.7.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	145
3.2.7.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	146
3.2.7.2.5. Evolution de la qualité de vie	149
3.2.7.2.6. Evolution de la fatigue	149
3.2.8. Cas clinique 8	151
3.2.8.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	151
3.2.8.2. Résultats des évaluations.....	152
3.2.8.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	152
3.2.8.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	154
3.2.8.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	154
3.2.8.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	154
3.2.8.2.5. Evolution de la qualité de vie	157
3.2.8.2.6. Evolution de la fatigue	158
3.2.9. Cas clinique 9	159
3.2.9.1. Présentation du patient et du traitement réalisé.....	159
3.2.9.2. Résultats des évaluations.....	160
3.2.9.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	160
3.2.9.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire	162
3.2.9.2.3. Evolution de l'endurance à la marche	162
3.2.9.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	162
3.2.9.2.5. Evolution de la qualité de vie	165
3.2.9.2.6. Evolution de la fatigue	165
3.2.10. Résultats pour la population	167
3.2.10.1. Caractéristiques de la population et description du programme	167
3.2.10.2. Evolution des critères d'évaluation	167
3.2.10.2.1. Evolution de la capacité à l'effort	167
3.2.10.2.2. Evolution de l'endurance à la marche	168
3.2.10.2.3. Evolution de l'activité en milieu ordinaire.....	169
3.2.10.2.4. Evolution de la qualité de vie	170
3.2.10.2.5. Evolution de la fatigue	170
3.3. Discussion	173
3.3.1. Existence d'un déconditionnement en post AVC	173
3.3.2. Impacts à court terme d'un programme de réentraînement en post AVC.....	176
3.3.3. Impacts à moyen terme d'un programme de réentraînement en post AVC	180
3.3.4. Réalisation d'un programme de réentraînement en post AVC	183
3.3.5. Intérêts d'utiliser la VO ₂ au seuil pour évaluer la capacité à l'effort	188
3.3.6. Intérêts d'utiliser les mesures d'activité avec un accéléromètre	190
3.3.7. Faible observance de la prescription d'une activité physique régulière et importance de l'éducation thérapeutique	196
3.3.8. Limites de l'étude.....	201
Conclusion.....	204
Annexes.....	- 205 -
Glossaire.....	241
Bibliographie.....	242

Introduction

Le réentraînement à l'effort est une thérapeutique actuellement validée dans le cadre des pathologies cardiovasculaires avec un impact bénéfique en termes de prévention secondaire.

Ces dernières années, de nombreuses études ont évalué son utilisation pour des patients ayant présenté un accident vasculaire cérébral. En raison de protocoles de réentraînement multiples et d'une insuffisance de qualité méthodologique de certaines études, un consensus pour le réentraînement à l'effort de l'hémiplégique n'a pas pu être proposé. Il semble toutefois que des améliorations de la capacité à l'effort et de la capacité de marche soient possibles lors de la réalisation de tels programmes sans connaissance des résultats à moyen terme.

La première partie de ce travail aborde le déconditionnement à l'effort en post AVC, ses causes et son retentissement.

La seconde partie a trait au réentraînement à l'effort en post AVC.

La dernière partie de ce travail consiste en une étude prospective de suivi de 9 patients hémiplégiques vasculaires bénéficiant d'un réentraînement à l'effort. L'évolution des capacités à l'effort et de marche, de la qualité de vie et du niveau de fatigue des patients est suivie tout au long du réentraînement et à distance afin d'évaluer les impacts à court et à moyen termes de ce programme. Les performances des patients en milieu ordinaire sont également mesurées afin de rechercher des modifications du profil d'activité après réentraînement et d'évaluer l'observance d'une activité physique régulière. Ces données, rarement étudiées dans la littérature, semblent essentielles à évaluer comme critères d'efficacité du réentraînement à moyen terme et comme éléments pouvant expliquer le maintien ou non des modifications des capacités.

1. Capacité à l'effort et déconditionnement

Alors que l'évolution de la récupération neuromotrice en post AVC a été bien étudiée, celle de la capacité à l'effort et ses déterminants sont peu connus.

Ces informations sont importantes pour avoir des données sur les indications, les modalités, l'efficacité d'un réentraînement à l'effort ainsi que pour sa réalisation dans de bonnes conditions.

1.1. Généralités sur la condition physique et le déconditionnement

La capacité à l'effort est la capacité nécessaire pour répondre à un stress physiologique induit par un effort physique.

1.1.1. Rappels sur la physiologie de l'effort

La réponse de l'organisme à un effort est une réaction complexe, multifactorielle et mettant en jeu de nombreuses adaptations [1-4].

1.1.1.1. Réponses du système ventilatoire

Pendant un effort, la ventilation augmente progressivement, initialement par augmentation du volume courant puis par augmentation de la fréquence respiratoire. Le volume courant peut être multiplié par 6 ou 7 pendant un effort et la fréquence ventilatoire par 3 ou 4. L'exercice entraîne donc une augmentation de la ventilation pour apporter plus d'O₂ à l'organisme et permettre l'élimination du CO₂ et la diminution de la température.

Une fois l'exercice fini, la fréquence ventilatoire ne retourne à son seuil initial qu'après le remboursement de la dette en O₂ [1-4].

Chez le sujet sain, il existe une réserve ventilatoire qui n'est pas atteinte lors d'un effort maximal. La réserve ventilatoire est calculée par la formule :

$$\frac{(\text{Volume expiratoire maximal théorique} - \text{Volume expiratoire maximal})}{\text{Volume expiratoire maximal théorique}}$$

1.1.1.2. Réponses du système cardiovasculaire

Le débit cardiaque correspond au produit de la fréquence cardiaque (fc) et du volume d'éjection systolique. Pendant un effort, le débit cardiaque augmente par augmentation de ces deux éléments. Il peut atteindre 20 à 40 l/min contre 5 l/min au repos. La fréquence cardiaque augmente progressivement sous l'effet de la commande sympathique [4].

La fc maximale théorique (FMT) peut être calculée par la formule d'Astrand :

$$220 - \text{âge} \pm 10 \text{ bpm}$$

Elle est identique pour un athlète et un sujet sédentaire du même âge mais elle est atteinte pour une puissance d'exercice plus élevée chez l'athlète [2].

La réserve cardiaque est définie par la différence entre le débit cardiaque maximal et le débit cardiaque au repos [3]. Elle peut être exprimée en pourcentage de la FMT selon la formule de Karvonen [4] :

$$\frac{(\text{fc à l'exercice} - \text{fc au repos})}{(\text{FMT} - \text{fc au repos})}$$

La différence entre la FMT et la fc à l'effort maximal est la réserve chronotrope. Chez un sujet sain, cette réserve est nulle lors d'un effort maximal : c'est la capacité cardiaque qui limite l'exercice lorsque la FMT est atteinte.

Au niveau circulatoire périphérique, l'effort entraîne une redistribution du flux sanguin vers les muscles en activité avec une diminution des résistances vasculaires périphériques par vasodilatation. L'apport vasculaire au niveau musculaire correspond au repos à 15 à 20% du débit cardiaque et peut augmenter jusqu'à 90% à l'effort [2].

Il existe également une augmentation de la différence artério-veineuse de la concentration en O₂ (différence entre le taux d'O₂ contenu dans le sang artériel et le taux contenu dans le sang veineux) qui reflète la quantité d'O₂ consommée au niveau musculaire [2].

1.1.1.3. Réponses musculaires métaboliques

L'énergie nécessaire à la contraction musculaire est fournie par la dégradation de l'Adénosine Tri Phosphate (ATP) en Adénosine Di Phosphate (ADP) et phosphates inorganiques. Le stock musculaire d'ATP étant faible, il doit être renouvelé et ce d'autant plus rapidement que la puissance développée est importante. La reconstitution du stock d'ATP nécessite de l'énergie [5].

Il existe trois systèmes permettant de produire de l'énergie au niveau musculaire :

- le système anaérobie alactique : il permet la production d'énergie en l'absence d'O₂ par la lyse d'ATP en ADP et phospho-créatine. Ce système intervient essentiellement pour les efforts très intenses et très courts. Les réserves énergétiques sont reconstituées pendant la période post effort par l'oxydation de glucose qui nécessite une augmentation du métabolisme aérobie entraînant une hyperventilation transitoire [5].

- le système anaérobie lactique : il est utilisé dans les efforts de puissance maximale de quelques minutes. Il repose sur la possibilité de fournir de l'énergie par dégradation enzymatique de substrats sans présence d'O₂. Le glycogène musculaire est transformé au niveau du muscle par glycolyse. Les produits finaux de cette réaction sont le pyruvate et l'acide lactique. L'organisme ne peut tolérer qu'une certaine quantité de ces produits et l'utilisation de cette voie est ensuite limitée [5].
Le taux sanguin de lactates est donc un indicateur du niveau d'effort. Un taux élevé de lactates est associé à un recrutement important des fibres musculaires rapides [6].

- le système aérobie : son fonctionnement repose sur la chaîne respiratoire (cycle de Krebs). Il nécessite la présence d'O₂ et c'est la quantité d'O₂ disponible qui est le facteur limitant de cette voie. Ce système est utilisé dans les efforts d'intensité moyenne à forte et de durée prolongée. C'est lui qui détermine la capacité aérobie maximale responsable de l'endurance [5].

Pendant un effort physique, ces 3 systèmes de production d'énergie coexistent et l'un ou l'autre devient prédominant en fonction de l'intensité et de la durée de l'effort.

En fin d'effort, il existe une phase de récupération dont la durée varie et pendant laquelle la consommation en O₂ est plus élevée qu'au repos. Cela permet la correction de la dette en O₂ liée à la surconsommation d'O₂ pendant l'effort. Pendant cette phase, l'équilibre acido-basique se corrige, les stocks de glycogène se reconstituent et les lactates sont métabolisés au niveau hépatique [5].

1.1.2. Les différents types d'efforts

Les efforts dynamiques ou aérobie correspondent à un travail isotonique d'endurance c'est à dire à un effort sous-maximal prolongé. Ils entraînent une augmentation du débit cardiaque (surcharge volumétrique), de la pression systolique, de la consommation en oxygène (VO_2) et une diminution des résistances périphériques [2, 7].

Les efforts statiques anaérobies isométriques sont intenses et brefs. Ils entraînent une surcharge barométrique au niveau cardiaque ; les résistances périphériques et la pression diastolique augmentent alors que la VO_2 et la pression systolique varient peu [2, 7].

1.1.3. Les différents types de fibres musculaires

Il existe trois types de fibres musculaires [8] :

- les fibres I : fibres lentes, présentes essentiellement dans les muscles toniques. Elles sont peu fatigables et sont utilisées dans les activités d'endurance. Elles fonctionnent en présence d' O_2 .
- les fibres II A : fibres intermédiaires. Elles fonctionnent de façon mixte avec ou sans O_2 .
- les fibres II B : fibres rapides présentes surtout dans les muscles phasiques. Elles permettent de développer rapidement une force très importante mais sont fatigables. Elles ne nécessitent pas la présence d' O_2 .

La composition histologique des muscles varie en fonction de leur type d'activité (muscles posturaux ou non) et de leur degré d'utilisation.

1.1.4. Critères d'évaluation de la capacité à l'effort

1.1.4.1. VO_2 max et VO_2 au seuil

La VO_2 max correspond à la quantité maximale d' O_2 que l'organisme peut ventiler, transporter et consommer au niveau des muscles et des organes par unité de temps. La mesure de la VO_2 max (l/min) permet d'évaluer la tolérance à l'effort d'un sujet [3, 4].

Elle dépend de la qualité des échanges gazeux respiratoires (interaction O_2 /hémoglobine, pression artérielle en O_2 ...), de la fonction cardiovasculaire (retour veineux, compliance ventriculaire...) et des capacités oxydatives musculaires et métaboliques (masse musculaire, capacité d'extraction de l' O_2 par les muscles...) [9].

Elle est définie selon l'équation de Fick par le produit instantané du débit cardiaque et de la différence artério-veineuse. Celle-ci dépend du métabolisme oxydatif [4].

Chez le sujet sain, la VO_2 max varie selon l'âge, le sexe, les données anthropométriques et la condition physique [3, 4]. Ainsi, elle est plus élevée de 20% chez l'homme. Elle diminue avec l'âge du fait du vieillissement et de la sédentarisation : diminution de 0,5 à 1 ml/kg/min chaque année pour les hommes et les femmes après un pic survenant entre 20 et 30 ans. Elle peut être rapportée au poids (ml/kg/min). Elle est d'environ 45 ml/kg/min pour un homme de 20 ans contre 25 à 65 ans et d'environ 40 pour une femme de 20 ans contre 22 à 65 ans. La VO_2 max augmente avec la taille du sujet [10].

Le seuil aérobie est défini par la puissance de l'exercice pour laquelle il y a une augmentation de la concentration sanguine en acide lactique. Les lactates proviennent des muscles dans lesquels le taux de resynthèse aérobie des réserves d'énergie est inférieur à leur taux d'utilisation. Le tamponnement de l'acide lactique par le bicarbonate entraîne la formation de CO_2 . Cela stimule les centres respiratoires centraux qui augmentent la ventilation et ainsi le rejet de CO_2 . L'apparition de ce seuil est donc concomitante de celle du seuil ventilatoire qui peut être, lui, mesuré de façon non invasive.

Le seuil ventilatoire correspond à l'état énergétique caractérisé par l'utilisation optimale du système aérobie. Il survient en général entre 50 et 75% de la VO_2 max. Une apparition plus précoce implique un recrutement plus précoce de la voie anaérobie.

Pour une même VO_2 max, un patient atteignant le seuil ventilatoire plus tardivement est plus endurant [10].

Les VO_2 max et au seuil peuvent être déterminées par une épreuve d'effort couplée à une mesure directe des échanges gazeux. Les tests réalisés se font à charge croissante avec des paliers de puissance intermédiaire [10].

Pendant un exercice, la consommation d' O_2 augmente initialement linéairement par rapport à la puissance de l'effort réalisé. Elle atteint ensuite un plateau et reste stable malgré l'augmentation de la puissance. La valeur de VO_2 au plateau définit la VO_2 max. Les critères nécessaires pour identifier la VO_2 max sont une augmentation de la consommation d' O_2 inférieure à 150 ml pendant la dernière minute du test et un quotient respiratoire (volume de CO_2 rejeté/volume d' O_2 consommé) supérieur à 1,15 [6].

La VO_2 max pendant un exercice dépend de la masse musculaire en activité [10]. Le tapis de marche permet une évaluation plus physiologique que le cycloergomètre car la masse musculaire recrutée est plus importante. Ainsi, d'après MacKay-Lyons [11], les tests réalisés sur cycloergomètre sous-estiment la VO_2 max de 6 à 11% par rapport à ceux réalisés sur tapis de marche.

La VO_2 au seuil est déterminée par le point de croisement des courbes de VO_2 et de VCO_2 (production de dioxyde de carbone) traduisant un quotient respiratoire devenant supérieur à 1. Cela signe le passage de l'utilisation d'un système énergétique oxydatif à un système énergétique non oxydatif. Les critères de Wasserman permettent de déterminer ce seuil : augmentation brutale du quotient respiratoire, augmentation non linéaire de VCO_2 et de VE (débit ventilatoire) par rapport à VO_2 [9].

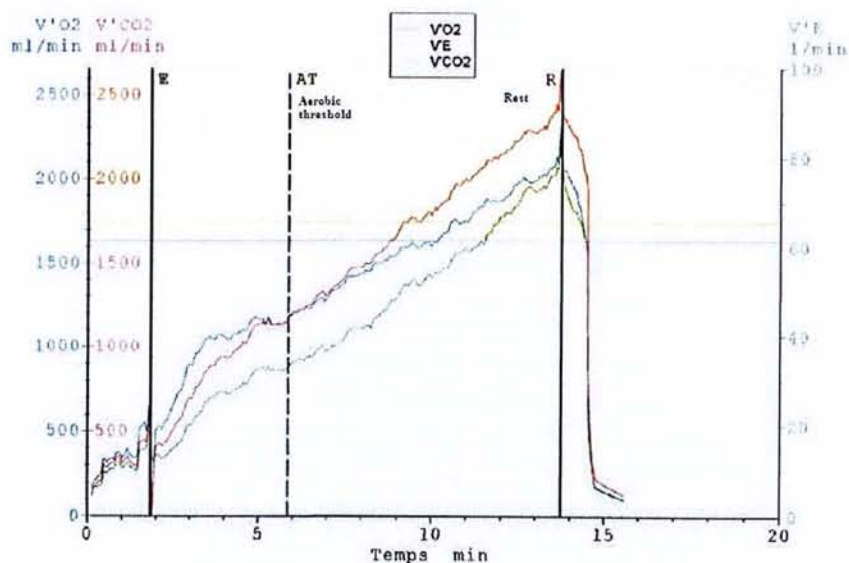


Figure 1 : Mesure des échanges gazeux à l'effort : détermination du seuil ventilatoire. Schéma modifié de Tabet [9].

Ces mesures permettent d'évaluer la capacité à l'effort d'un individu. Cependant, l'analyse de ces paramètres reste limitée ; elle ne permet pas de déterminer la cause de l'altération de la capacité à l'effort : origine périphérique (musculaire), centrale (cardio-respiratoire) ou les deux [12].

1.1.4.2. VO₂ au pic

Même si la VO₂ max est la mesure de référence utilisée pour déterminer la capacité à l'effort, elle est souvent difficilement mesurable chez des sujets déconditionnés et/ou âgés. Dans ces cas, c'est le pic de VO₂ qui est utilisé : il correspond à la valeur moyenne de la VO₂ pendant les 30 dernières secondes du test [13].

1.1.4.3. Evaluation de la perception de l'effort

Elle est évaluée par l'échelle de Borg [14, 15] (Annexe 1) : échelle de 6 (effort très léger) à 20 (effort violent).

La perception du niveau d'effort est liée au pourcentage de la VO₂ max nécessaire pour la réalisation de l'exercice [16, 17].

D'après Demello [16], la perception de la difficulté de l'effort est bien corrélée avec le seuil lactique : celui-ci correspond au niveau 13 (effort un peu difficile) sur l'échelle de Borg aussi bien chez des personnes entraînées que chez des sujets déconditionnés.

1.1.4.4. Puissance

La capacité à l'effort est également mesurée par la puissance de l'effort réalisé (en Watts ou en METS). Le MET (équivalent métabolique) est la dépense énergétique de base par kg et par minute d'un sujet éveillé au repos et assis. Cela correspond à environ 3,5 ml d'O₂/kg/min. Toute activité peut s'exprimer en METS par rapport à cette activité de base [18].

La puissance doit être analysée également en fonction de la durée de l'exercice physique : un exercice de puissance plus élevée peut être maintenu moins longtemps [1]. En effet, plus la puissance est élevée, plus l'augmentation de la VO₂ et de la fc est rapide [5].

1.1.4.5. Test de 6 minutes

Il permet une évaluation de la capacité fonctionnelle. Il est considéré comme une épreuve sous-maximale et se rapproche d'un effort à charge constante [19].

Il doit s'effectuer dans un couloir d'une longueur de 30 m. La consigne donnée au sujet est de parcourir la plus grande distance possible en 6 min. Il peut ralentir ou s'arrêter s'il le juge nécessaire. La mesure principale est la distance totale parcourue. Elle peut être comparée à une valeur théorique qui dépend de l'âge, du sexe et des données anthropométriques.

Toutefois, les études de détermination de valeurs théoriques sont rares et les effectifs des populations étudiées sont faibles ; les données du test de 6 min sont donc principalement utilisées pour suivre une évolution intra-individuelle [19].

1.1.5. Le déconditionnement à l'effort

Le déconditionnement entraîne un état fonctionnel qui n'est plus compatible avec les exigences de la vie quotidienne. Il n'est pas défini de façon consensuelle par les différents auteurs.

Ainsi, pour Wasserman [20], une valeur de VO_2 max inférieure à 84% de la valeur de la population saine est considérée comme pathologique. Alors que pour Bortz [21], le déconditionnement est défini par une VO_2 max 40% plus faible que celle de la population générale du même âge.

Pour d'autres, c'est la VO_2 au seuil qui est utilisée : si elle est inférieure à 40% [9] ou 50% [10] de la VO_2 max, cela indiquerait une insuffisance d'utilisation de la voie aérobie et donc un déconditionnement essentiellement d'origine périphérique.

1.1.6. Les effets de l'entraînement chez les sujets sains

L'American College of Sports Medicine a établi un consensus sur la zone d'intensité idéale d'entraînement pour améliorer l'endurance chez des sujets sains : la zone cible se situe entre 60 et 90% de la FMT pendant 15 à 60 minutes 2 à 3 fois par semaine [8].

Un programme de réentraînement à l'effort chez des sujets sains non entraînés permet [2, 3] :

- une amélioration de 20% de la VO_2 max en 6 mois, par augmentation du débit cardiaque et de l'extraction tissulaire de l' O_2 .
- une augmentation de la VO_2 au seuil : le seuil survient pour un pourcentage de la VO_2 max plus élevé. Cela est lié à une meilleure élimination des lactates et à l'utilisation préférentielle des mécanismes aérobie.
- une augmentation du volume d'éjection systolique.
- une diminution de la fréquence cardiaque au repos, probablement par augmentation de l'activité parasympathique.
- une diminution de la fréquence cardiaque pour un même effort sous-maximal.
- une diminution de la consommation myocardique en O_2 .
- une augmentation du flux sanguin local musculaire.
- des modifications histologiques musculaires : augmentation du nombre de capillaires avec amélioration de la distribution sanguine, augmentation du nombre et de la taille des mitochondries, augmentation du métabolisme oxydatif et prépondérance des fibres musculaires lentes aérobie.

Un réentraînement à l'effort permet également d'améliorer la régulation du métabolisme glucidique, de réduire la masse corporelle et en particulier la masse grasse, de diminuer le taux de triglycérides et de cholestérol. Cela permet de diminuer les facteurs de risque cardiovasculaire modifiables [22].

Les facteurs influençant l'efficacité d'un programme de réentraînement pour des sujets sains sont : le niveau initial de capacité physique, l'hérédité, l'âge, le sexe, la motivation [3].

1.2. Existence d'un déconditionnement post AVC

Toutes les études évaluant la capacité à l'effort en post AVC mettent en évidence un déconditionnement dont l'importance varie.

Ces variations sont probablement dues aux différences de délai d'évaluation par rapport à l'AVC, aux techniques de mesure utilisées (tapis de marche ou cycloergomètre) et à l'hétérogénéité des populations étudiées au niveau démographique, au niveau des comorbidités... D'autre part, les critères utilisés pour définir le déconditionnement ne sont pas consensuels.

Le plus souvent, ces études évaluent aussi bien des patients ayant présenté des AVC ischémiques que des AVC hémorragiques.

Dans une revue de la littérature sur le réentraînement à l'effort chez l'hémiplégique vasculaire, Ramas [23] rapporte une VO_2 max post AVC diminuée entre 55 et 75% de la VO_2 max des sujets sains du même âge.

1.2.1. Etudes évaluant la capacité à l'effort en post AVC à la phase aiguë

Peu d'études sur la condition physique en post AVC ont été réalisées de façon précoce compte tenu de l'existence de troubles de l'équilibre, de troubles moteurs et de l'association de comorbidités limitant l'utilisation des techniques d'évaluation habituelles. De plus, la VO_2 max n'est pas toujours atteinte ; le pic de VO_2 dont la fiabilité est discutée, est alors le plus souvent utilisé [24]. Cependant, toutes ces études affirment l'existence d'une altération de la capacité à l'effort dès la phase aiguë post AVC [24-27].

Ainsi, à 15 jours post AVC, Teixeira [28] trouve des valeurs de pic de VO_2 faibles : 8 ml/kg/min chez 15 patients (âge moyen 58 ans) dont le degré de déficit moteur est variable.

MacKay-Lyons [13] réalise une évaluation du pic de VO_2 chez 29 patients (âge moyen 65 ans) à 1 mois post AVC : 31% des patients n'ont pas atteint la VO_2 max. Ses résultats mettent en évidence l'existence d'un déconditionnement précoce : à 1 mois post AVC, le pic de VO_2 moyen est de 14,4 ml/kg/min ce qui correspond à 60% de la VO_2 max des sujets sains sédentaires du même âge.

Dans l'étude de Kelly [29], le pic de VO_2 pendant un effort maximal à 1 mois post AVC chez 17 patients (âge moyen 66 ans) est de 16 ml/kg/min soit 47% de celui de la population saine du même âge. Elle met en évidence qu'il existe un déconditionnement indépendamment du sexe et de l'âge (âge de 24 à 80 ans).

L'étude de Tang [30] trouve que le pic de VO_2 moyen, à 2 mois post AVC pour 36 sujets (âge moyen 65 ans), correspond à 60% de la VO_2 max de la population saine du même âge.

Pour Potempa [31], la capacité aérobie de base de la population étudiée à 6 mois post AVC est plus faible que celle d'une population de patients hypertendus du même âge.

1.2.2. Etudes évaluant la capacité à l'effort à distance de l'AVC

Les différentes évaluations réalisées à distance de l'AVC montrent la persistance d'un déconditionnement [32-35].

Ainsi, Courbon [36] a évalué la capacité à l'effort à 25 mois post AVC pour 20 patients : le pic de VO_2 est de 17,7 ml/kg/min contre 28 dans la population saine du même âge.

Dans une étude à 28 mois post AVC, Macko [37] retrouve également un pic de VO_2 (15,2 ml/kg/min) et une puissance maximale (3,9 METS) faibles pour 23 patients (âge moyen 67 ans).

Pour Chu [38], à 4 ans post AVC, la VO_2 max reste basse (17,1 ml/kg/min) (âge moyen 61 ans).

Pour Pang [39], à 5,5 ans post AVC, la VO_2 max des patients est inférieure de 25% pour les hommes et de 20% pour les femmes à celle d'une population saine du même âge. Cette étude a été réalisée dans une population de patients indépendants pour la marche et pour la réalisation des activités de vie journalière (AVJ).

1.2.3. Etudes évaluant l'évolution longitudinale de la capacité à l'effort en post AVC

MacKay-Lyons [40] a réalisé une évaluation longitudinale de la capacité à l'effort à 1, 2, 3 et 6 mois post AVC ischémique chez des patients n'ayant pas de réentraînement à l'effort spécifique mais bénéficiant d'une rééducation classique. Elle a mesuré le pic de VO₂ chez ces 25 patients (âge moyen 64 ans). Seuls 65% des tests d'effort ont pu être maximaux.

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une augmentation significative du pic de VO₂ entre le 1^{er} et le 6^{ème} mois (augmentation de 17%) mais que ce pic reste toujours inférieur à celui de la population de référence : à 6 mois il est à 71% du pic de VO₂ de la population saine du même âge et du même sexe. La consommation d'O₂ rapportée à la fc augmente, ce qui traduit une meilleure extraction tissulaire de l'O₂. MacKay-Lyons [40] note également une diminution de la fc pour un travail donné, ce qui traduit une diminution de la demande cardiaque.

MacKay-Lyons [40] s'interroge sur les mécanismes de cette amélioration de la capacité à l'effort : évolution spontanée ou effet du réentraînement à l'effort des AVJ ? Pour conforter cette dernière hypothèse, l'auteur s'appuie sur les travaux de Bjuro [41] qui a mesuré la VO₂ pendant la réalisation d'AVJ (ménage, vaisselle...) chez des patients en post AVC : la quantité d'O₂ nécessaire correspond à 75 à 88% du pic de VO₂. Pour MacKay-Lyons [40], la réalisation des AVJ pour lesquelles le niveau d'exigence énergétique est élevé pourrait donc avoir un effet sur la capacité à l'effort.

Fujitani [26] a évalué l'influence du niveau d'activité physique sur la capacité à l'effort en post AVC par 2 mesures de la capacité à l'effort à 9,5 mois d'intervalle chez des patients ne bénéficiant pas d'un programme de réentraînement spécifique. Il retrouve une amélioration des paramètres cardiovasculaires pour tous les patients. L'amélioration est plus importante chez les patients les plus actifs (plus de 6000 pas/jour).

Les données de la littérature mettent en évidence un déconditionnement quasi systématique chez les patients en post AVC. Son existence est indépendante du sexe et de l'âge. Cette diminution de la capacité à l'effort est présente dès la phase aiguë et persiste plusieurs années. Il semble toutefois exister des possibilités d'amélioration.

1.3. Causes du déconditionnement post AVC : hypothèses actuelles

Différents facteurs coexistent et contribuent à un déconditionnement post AVC : dysfonctions cardiovasculaire, ventilatoire, neuromusculaire...

Ce déconditionnement peut être autoentretenu par l'inactivité et le mode de vie du patient [11, 42].

1.3.1. Existence d'un déconditionnement pré AVC

Une altération de la capacité à l'effort est un facteur de risque d'AVC qui est indépendant des facteurs de risque classiques (métaboliques, tabagisme...). Il semble donc probable qu'il existe dans la population de patients ayant présenté un AVC un déconditionnement et un faible niveau d'activité physique antérieurs à l'AVC [42].

Ainsi, dans une étude longitudinale de suivi de 2011 hommes de 53 ans d'âge moyen, Kurl [22] évalue les facteurs de risque de survenue d'AVC. Ceux mis en évidence dans cette étude sont une faible capacité à l'effort avec une VO_2 max faible et l'existence d'un diabète. Le risque relatif d'AVC ischémique est 3,8 fois plus élevé chez les sujets ayant une VO_2 max inférieure à 25,2 ml/kg/min que chez ceux ayant une VO_2 max supérieure à 35. Une augmentation de 3,5 ml/kg/min de la VO_2 max diminue de 17% le risque d'AVC dans cette population.

De même, dans une étude longitudinale, Lee [43] trouve une surmortalité par AVC dans le sous-groupe d'hommes ayant une capacité à l'effort plus faible (puissance maximale inférieure à 8,5 METS).

Dans une étude sur la capacité à l'effort à la phase aiguë post AVC, Mackay-Lyons [13] trouve une tendance à un déconditionnement plus important (pic de VO_2 plus faible) pour les patients ayant le plus faible niveau d'activité avant l'AVC.

1.3.1.1. Dysfonctions cardiovasculaires préalables à l'AVC

Les AVC et les pathologies cardiovasculaires partagent les mêmes facteurs de risque. Certains patients ayant présenté un AVC ont des localisations athéromateuses multiples : au niveau carotidien, coronarien... Dans une revue de la littérature, Roth [44] retrouve l'existence de pathologies cardiovasculaires chez 32 à 62% des patients ayant présenté un AVC.

L'existence de comorbidités cardiovasculaires peut donc participer à ce déconditionnement préalable [23, 42, 45].

Ainsi, MacKay-Lyons [40] trouve un pic de VO_2 plus faible (16,6 ml/kg/min) à 6 mois post AVC chez les patients ayant des antécédents cardiovasculaires.

Dans une autre de ses études [13], les patients ayant des antécédents coronariens ont un pic de VO_2 moyen à 12,9 ml/kg/min contre 16 pour les patients non coronariens. Cela suggère que l'atteinte cardiovasculaire contribue à majorer le déconditionnement. MacKay-Lyons [13] ne trouve pas de différence du degré de déconditionnement selon la prise ou non d'un traitement bêta bloquant.

Pour les patients en post AVC ayant une pathologie coronarienne associée, le débit cardiaque peut être diminué du fait d'une altération de la fonction contractile ventriculaire gauche secondaire à une ischémie résiduelle ou du fait d'une diminution de la fc maximale. Cette réduction de la fc maximale peut être liée à une dysfonction chronotrope ou être d'origine médicamenteuse [42].

La différence artério-veineuse en O_2 peut également être diminuée [42].

1.3.1.2. Dysfonctions ventilatoires préalables à l'AVC

La fonction ventilatoire peut être perturbée du fait du mode de vie antérieur à l'AVC (tabagisme, sédentarité...) ou secondairement à la dysfonction cardiaque [42].

De plus, pour Back-Schaffer [46], les patients présentant un syndrome d'apnée du sommeil ont un risque 2,4 fois plus élevé d'AVC. L'existence d'un syndrome d'apnée du sommeil peut participer au déconditionnement.

1.3.2. Facteurs de déconditionnement post AVC

1.3.2.1. Dysfonctions cardiovasculaires post AVC

Dysfonctions au niveau cardiaque

Actuellement, les mécanismes des dysfonctions cardiovasculaires post AVC sont peu connus. Une hypothèse est l'existence de modifications neuro-humorales et électrophysiologiques secondaires à une hyperactivité du système sympathique [44, 47].

Une atteinte dans la région des noyaux gris centraux pourrait également entraîner une dysrégulation du système végétatif [48].

Dysfonctions au niveau vasculaire périphérique

Ivey [49] trouve qu'au repos et à l'effort, le débit sanguin dans les muscles du côté parétique est diminué par rapport à celui des muscles du côté sain indépendamment de la diminution de la masse maigre. Pour lui, ces différences peuvent être dues à une altération de la régulation de la vasomotricité, à une augmentation de la sensibilité aux agents vasoactifs ou à des modifications morphologiques et histologiques des vaisseaux sanguins musculaires.

Cette diminution du flux sanguin entraîne un transport inadapté de l'O₂ en périphérie, ce qui peut perturber l'oxygénation tissulaire. Cela réduit l'énergie productible par un muscle et compromet ainsi la capacité à l'effort [42, 50].

1.3.2.2. Dysfonctions ventilatoires post AVC

La fonction ventilatoire dépend de structures cérébrales multiples et n'est que peu altérée en post AVC en dehors des complications respiratoires aiguës [51]. Toutefois, une altération est possible lors de lésions du tronc cérébral ou lors d'atteintes hémisphériques bilatérales [42, 51]. Dans ces cas, il peut y avoir un retentissement sur la commande des muscles respiratoires, en particulier des muscles abdominaux et du diaphragme, ce qui entraîne des limitations des volumes ventilés, en particulier inspiratoires [42, 52].

L'existence d'un syndrome d'apnée du sommeil peut retentir sur la fonction ventilatoire. Or, Black-Schaffer [46] rapporte que 55 à 70% des patients en post AVC présentent un syndrome d'apnée du sommeil : les formes centrales et obstructives coexistent. La polysomnographie

est perturbée chez 8 patients sur 10 qui n'avaient pas de symptomatologie en faveur d'un syndrome d'apnée du sommeil avant l'AVC [53].

Le lien entre AVC et syndrome d'apnée du sommeil n'est pas clairement défini : l'AVC pouvant être une cause ou une conséquence de ce syndrome [54].

1.3.2.3. Dysfonctions neuromusculaires

Les effets directs de l'atteinte des premiers motoneurons (altération de la commande, de la fonction sensori-motrice, troubles du tonus, perturbations de l'équilibre et de la coordination...) contribuent au déconditionnement [42].

Des effets indirects au niveau musculaire y participent également : modifications morphologiques et histologiques. L'existence d'un apprentissage de la non-utilisation et la relative immobilité liées au déficit moteur aggravent ce phénomène [42].

Atrophie musculaire

Des études [55, 56] réalisées sur les muscles squelettiques en post AVC mettent en évidence une atrophie. Le lien de causalité entre atrophie musculaire et déconditionnement n'est cependant pas clairement établi.

Le vieillissement et la sédentarité entraînent une augmentation de la masse grasse dans les muscles et une diminution de la masse musculaire globale. Ces phénomènes sont accentués chez les patients hémiparétiques. Pour Hachisuka [55], l'atrophie musculaire peut être due à différents facteurs : atteinte de la commande centrale, non-utilisation...

Dans une étude à plus de 6 mois post AVC chez des patients hémiparétiques autonomes pour la marche, Ryan [57] trouve une masse musculaire significativement plus faible du côté parétique. La réduction de la capacité à l'effort secondaire à l'inactivité contribue probablement aux modifications des muscles du côté parétique. D'autre part, pour Ryan, le pic de VO₂ est inversement corrélé au pourcentage de masse grasse intramusculaire.

Pang [39] trouve aussi une augmentation du pourcentage de masse grasse par rapport à la masse corporelle totale chez les patients en post AVC en comparaison avec les sujets sains du même âge : 75^{ème} percentile pour les hommes, 85^{ème} pour les femmes.

Au contraire, d'autres études [58, 59] ne mettent pas en évidence d'atrophie musculaire. Mais dans ces études, les patients évalués avaient un déficit moteur modéré. Or, pour Potempa [60], la survenue ou non d'une atrophie est liée au degré du déficit moteur et de l'inactivité.

Modification du fonctionnement des unités motrices

L'hémiplégie et la non-utilisation entraînent une diminution du nombre d'unités motrices recrutables lors d'un effort et ainsi une réduction du métabolisme tissulaire [32, 42].

Mc Comas [61] a trouvé que seules 50% des unités motrices musculaires fonctionnent à 6 mois post AVC.

Il existe également des modifications structurelles des muscles parétiques avec des phénomènes de dénervation-réinnervation [62].

Ces modifications peuvent être responsables d'un surcoût énergétique lors de l'activation musculaire.

Modifications histologiques des muscles squelettiques

Les fibres des muscles squelettiques ont des capacités d'adaptation : elles peuvent modifier leurs propriétés métaboliques, moléculaires et fonctionnelles en réponse à des modifications de la demande fonctionnelle ou de l'activité neuromusculaire [56]. Chez les sujets sains, lors du vieillissement, le pourcentage des fibres lentes de type I augmente.

Pour Hafer-Macko [56], l'inactivité, la spasticité, les troubles de la commande sont responsables de modifications histologiques musculaires en post AVC.

Les différentes études réalisées sur les variations histologiques musculaires en post AVC n'apportent pas de résultats concordants.

D'après De Deyne [63], il existe une corrélation inverse entre l'augmentation de la proportion de fibres rapides du côté parétique et un déficit plus sévère de la marche. Il trouve, dans les muscles du côté parétique, une augmentation de la proportion des fibres musculaires rapides (IIb) : 68% contre 50% du côté sain.

Hafer-Macko [56] et Landin [58] rapportent des résultats similaires. En effet, Hafer-Macko [56] met en évidence une corrélation entre la composition musculaire et les perturbations de la marche. Cependant, il n'a pas pu déterminer si ces modifications musculaires sont la cause ou la conséquence des perturbations de la marche et de la diminution de la capacité à l'effort.

Pour Jakobsson [59], ces modifications sont dues au fait que pendant la marche de nombreuses unités motrices du muscle parétique ne sont pas recrutées ce qui favorise la transformation des fibres I en fibres II.

Pour Potempa [60], la réduction du pourcentage de fibres I conduit à une diminution de la capacité oxydative et à une diminution de l'endurance.

Au contraire, Toffola [64] trouve des éléments en faveur d'une atrophie prédominant sur les fibres II du côté parétique. Ses résultats sont concordants avec ceux d'autres études [32].

Pour Dattola [62], les phénomènes de réinnervation collatérale favoriseraient une augmentation du pourcentage des fibres de type II.

Il existe également une diminution du nombre de mitochondries et des modifications de leurs membranes qui contribuent probablement à réduire les capacités oxydatives à l'effort [58, 65].

Modifications du métabolisme au niveau musculaire

En post AVC, le glycogène est utilisé comme substrat énergétique préférentiel et il existe une réduction du pouvoir d'oxydation des acides gras dans les muscles parétiques [50].

De même, pendant un effort dynamique, le taux de lactates sanguins augmente plus que chez les sujets sains et le rapport lactate/pyruvate est plus élevé. Cela suggère une augmentation de l'utilisation du métabolisme anaérobie en post AVC [42].

De plus, pour Saltin [66], l'existence d'une inactivité secondaire à l'AVC entraîne des modifications métaboliques au niveau musculaire du côté parétique mais aussi du côté sain avec une diminution de l'activité de la succinate deshydrogénase de façon bilatérale ce qui traduit une diminution diffuse du fonctionnement du cycle de Krebs.

Pour Kandarian [67], la non-utilisation et la mésutilisation entraînent une diminution de la masse musculaire et des capacités fonctionnelles musculaires. Il existe alors un déséquilibre au niveau de la dégradation et de la synthèse des protéines musculaires.

Perturbation de la commande

En post AVC, le recrutement des muscles agonistes est diminué et celui des antagonistes augmenté.

Il existe également des modifications au niveau de la chronologie du recrutement des fibres musculaires qui se fait normalement de façon asynchrone chez le sujet sain [68].

Souvent, les patients hémiplésiques ne peuvent pas réaliser de contractions sélectives d'un muscle et il existe des schémas moteurs syncinétiques. Cela peut entraîner un surcoût énergétique lors de certains mouvements [69].

1.3.2.4. Niveau d'exercice physique insuffisant

L'alitement et l'immobilité à la phase précoce favorisent le déconditionnement et la non-utilisation et aggravent l'atrophie musculaire. En post AVC, il peut exister un apprentissage de l'inactivité [48].

Pour MacKay-Lyons [70] et Kuys [71], le niveau d'exercice physique proposé pendant la période initiale de prise en charge post AVC est insuffisant pour avoir un effet sur la capacité aérobie. Le faible niveau d'endurance des patients en post AVC peut être favorisé par la nature relativement statique des programmes de rééducation. Les périodes d'élévation de la fréquence cardiaque ne sont pas assez longues et n'entraînent pas un stress métabolique suffisant pour permettre un effet sur la capacité à l'effort. L'intensité et la durée des exercices réalisés sont insuffisantes pour induire un effet sur la fonction aérobie.

Ainsi, d'après une étude de Mackey [72], à la phase aiguë post AVC, les patients ont un niveau d'activité suffisant pour avoir un impact cardiovasculaire uniquement pendant 20% du temps des séances de rééducation.

Après la fin de la prise en charge en rééducation, le plus souvent, le niveau d'activité physique n'est pas non plus suffisant pour avoir un effet sur la capacité à l'effort [73].

D'après Michael [25], le nombre de pas moyen par jour est de 2840 chez 50 sujets (âge moyen 65 ans) à 10 mois post AVC contre 6000 à 7000 chez des sujets sédentaires sains du même âge. Or, le nombre de pas recommandé pour avoir une influence sur la capacité à l'effort pour un sujet sain est de 10 000 pas/j.

Un cercle vicieux d'autoaggravation se constitue : la diminution de la capacité à l'effort entraîne secondairement une diminution de l'intensité et de la fréquence de l'activité physique [74].

Le déconditionnement post AVC est d'origine multifactorielle. Une faible capacité à l'effort peut préexister du fait de la sédentarité ou de comorbidités cardiovasculaires et respiratoires. L'atteinte des motoneurones centraux (responsable de spasticité, de troubles de la commande...) et les modifications musculaires histologiques et métaboliques qui en résultent participent à ce déconditionnement. Le mode de vie sédentaire fréquent en post AVC autoentretient ce phénomène.

1.4. Retentissement de l'AVC et du déconditionnement

L'atteinte du système nerveux central et ses conséquences au niveau neuromusculaire n'expliquent pas à elles seules le retentissement de l'AVC sur les capacités et les performances des patients. Le déconditionnement et les comorbidités cardiovasculaires y participent également [11].

1.4.1. Effets sur la marche

L'amélioration de la marche est un des objectifs principaux de la prise en charge rééducative post AVC. Une marche autonome est un des facteurs majeurs d'autonomie dans les AVJ [75]. L'altération des performances de marche retentit également sur la réinsertion socio-professionnelle des patients.

A la fin de la prise en charge rééducative, 60 à 80% des patients en post AVC peuvent marcher de façon autonome mais il persiste souvent une altération des performances de marche (réduction de la vitesse de marche et de l'endurance) [76, 77] ainsi que des modifications du schéma de marche [77].

Paolucci [78] a étudié l'évolution du niveau de motricité à 1 an post AVC : chez 37% des patients le niveau atteint à la fin de la rééducation classique est maintenu, chez 20% ce niveau progresse et pour 43% il diminue. Les facteurs prédictifs de diminution retrouvés dans cette étude sont l'âge (plus de 75 ans) et l'existence de troubles cognitifs.

Les différentes études réalisées sur les performances de marche en post AVC mettent en évidence l'intrication de nombreux facteurs participant à ces perturbations.

1.4.1.1. Modifications du schéma de marche en post AVC

En post AVC, le schéma de marche est parfois modifié : diminution de la durée de la phase d'appui du côté parétique, majoration de la phase oscillante avec une diminution de la longueur du pas du côté parétique et une période de double appui plus longue [79]. Il existe souvent une asymétrie spatio-temporelle de la marche [80]. Les patterns d'activation des muscles sont également modifiés [77].

La capacité à accélérer est réduite du fait de l'impossibilité d'augmenter la longueur du pas. Ainsi, pour accélérer, les patients en post AVC n'augmentent pas la longueur de leur pas, contrairement aux sujets sains, mais ont tendance à augmenter la cadence [81].

Ces perturbations participent au surcoût énergétique de la marche observé en post AVC.

1.4.1.2. Diminution de la vitesse de marche

Toutes les études évaluant la marche en post AVC trouvent une diminution de la vitesse par rapport à la population générale. Selon les séries [25, 27, 29, 33, 35, 38, 81-88], la vitesse de marche varie de 0,18 à 1,03 m/s contre 1,4 m/s en moyenne dans la population saine. Plus le sujet est âgé, plus la vitesse de marche de confort est difficile à obtenir [36].

Ainsi, à 15 jours post AVC, Katz-Leurer [89] trouve une vitesse de marche moyenne de 0,45 m/s chez des sujets autonomes pour la marche en extérieur (âge moyen 65 ans). Dans l'étude de Kelly [29], à 1 mois post AVC, la vitesse est de 1,03 m/s chez des patients de 66 ans. A 8 mois post AVC, Salbach [90] mesure une vitesse de marche à 0,6 m/s chez des sujets de 70 ans.

Van de Port [83] a mis en évidence une corrélation entre la vitesse de marche et le profil de marche du patient (marche en extérieur ou uniquement en intérieur).

Goldie [91] compare la vitesse de marche à 1 mois et à 3 mois post AVC avec celle d'une population saine du même âge : à 1 mois, la vitesse de marche en post AVC correspond à 39% de celle de population saine. A 1 mois, 88% des patients ont une vitesse de marche inférieure à 48 m/min (vitesse moyenne normale) et 55% à 3 mois. Il trouve que seuls 5% des patients à 3 mois post AVC marchent à une vitesse suffisante pour traverser la route en toute sécurité (plus de 1,1 m/s).

Brandstater [79] trouve que la vitesse de marche est directement corrélée à la récupération motrice. Cependant, les patients ayant la meilleure récupération motrice dans son étude (mouvement indépendant de chaque articulation et bonne coordination) gardent une vitesse de marche inférieure à celle des sujets sains (0,65 m/s contre 1,14 m/s).

Pour Calmels [92] et Bohannon [93], en plus de la récupération neuromotrice, d'autres éléments participent aux performances de marche en post AVC : l'équilibre, les déficits sensitifs, la force musculaire des 2 membres inférieurs, la présence de troubles du tonus, la capacité à l'effort et la composition corporelle.

Patterson [33] met en évidence une corrélation de la vitesse de marche avec l'équilibre pour les patients ayant un déficit de marche sévère et avec la capacité à l'effort et la force du quadriceps pour ceux ayant un déficit modéré.

De même, Michael [25] a mis en évidence une corrélation entre le nombre de pas par jour et la vitesse de marche et entre le nombre de pas et l'équilibre. Pour l'auteur, l'équilibre est un déterminant important du niveau ambulateur. Michael trouve une corrélation entre le pourcentage du pic de VO₂ nécessaire à la marche et l'équilibre.

1.4.1.3. Augmentation du coût énergétique de la marche

L'énergie nécessaire à la marche a 2 composantes : l'énergie nécessaire à la station debout et l'énergie nécessaire au travail externe de marche.

En post AVC, ces 2 composantes peuvent être augmentées [94]. Ainsi, la marche exige un surcoût énergétique : majoration de 1,5 à 2 fois par rapport à celle du sujet sain du même âge, du même poids et à la même vitesse [23, 95].

Chez le sujet sain, il existe une relation entre la vitesse de marche et le coût énergétique total de la marche : ce coût est plus bas à une vitesse de marche confortable (environ 1,2 m/s) et augmente si la vitesse de marche augmente ou diminue [96]. La vitesse de marche moyenne des sujets sains est de 1 à 1,33 m/s pour une consommation d'énergie d'environ 0,063 kcal/min/kg [97].

En post AVC, la vitesse de marche préférentielle n'est pas toujours atteinte ce qui augmente le coût énergétique : la plupart des patients marchent deux fois plus lentement que la population générale avec une augmentation du coût énergétique de 60% pour une même distance parcourue [97].

Pour une vitesse de marche faible (30 m/min), les sujets en post AVC consomment la même quantité d'oxygène (10 ml/kg/min) que des sujets sains marchant deux fois plus vite [98].

Dans l'étude de Michael [25], le coût énergétique de la marche chez les sujets en post AVC correspond à 76% de leur pic de VO_2 contre seulement 43% de la VO_2 max chez des sujets sains, alors que leur vitesse de marche est moins rapide.

Pour Zamparo [95], ce surcoût énergétique est particulièrement marqué pour les vitesses les plus faibles et est essentiellement dû à des perturbations biomécaniques de la marche et non pas à des modifications métaboliques : les mécanismes de compensation du membre parétique par le membre sain (en particulier les phénomènes pendulaires) étant moins efficaces à vitesse lente.

Pour Macko [94], le coût énergétique de la marche peut être augmenté du fait d'une altération du schéma central de marche, de la spasticité, de l'existence de cocontractions et de la diminution de la capacité oxydative des muscles parétiques.

1.4.1.4. Diminution de l'endurance à la marche

Les études [27, 29, 30, 33-36, 39, 81, 82, 87, 90, 99] évaluant l'endurance à la marche en post AVC mettent toutes en évidence une diminution de celle-ci qui persiste à distance de l'AVC.

Le test de 6 min est le plus souvent utilisé [99] car c'est un test qui est considéré comme représentatif de l'intensité et de la durée de l'effort nécessaire pour la réalisation des AVJ. Les résultats au test de 6 min varient entre 160 [34] et 380 m [32] selon la population et le délai de réalisation par rapport à l'AVC.

Janssen [34], dans une population de 6 patients de 54 ans en moyenne, à 1 an de l'AVC, trouve un périmètre de marche faible au test de 6 min (160 m) chez des patients ayant un déficit moteur faible.

Dans l'étude de Kelly [29], pendant le test de 6 min à 1 mois post AVC, la fc maximale atteinte est proche de la fc maximale atteinte pendant une épreuve d'effort ce qui indique un effort important équivalent à un effort maximal. La distance parcourue est de 300 m.

A 1 an post AVC, dans une étude chez 46 patients (âge moyen 69 ans), Mayo [100] trouve que 24 patients seulement peuvent réaliser un test de 6 min et que leur périmètre de marche moyen est de 250 m pour une normale à 600 m pour des sujets sains du même âge.

Dans une autre étude de Eng [99], la distance parcourue en 6 min en post AVC correspond à 60% de la distance parcourue par des sujets insuffisants respiratoires chroniques et à 40 à 50% de celle de sujets sains âgés. Dans ce travail, les résultats de ce test dépendent non seulement de la capacité à l'effort du sujet mais aussi du déficit sensitivo-moteur, de la spasticité et des troubles de l'équilibre.

Pour Pohl [87], les données démographiques et anthropométriques qui chez le sujet sain sont des facteurs importants de la distance parcourue en 6 min, ne sont pas des données prédictives chez les sujets en post AVC. Dans cette population, l'équilibre et la fonction sensori-motrice influencent la distance parcourue. Ainsi, le résultat du test de 6 min en post AVC ne reflète pas uniquement la capacité à l'effort du sujet, mais aussi son équilibre et son niveau de récupération sensori-motrice.

1.4.1.5. Liens entre capacité à l'effort et endurance à la marche

Les résultats des différentes études sur les liens entre la réduction de la capacité à l'effort en post AVC et la diminution de l'endurance à la marche sont contradictoires. Ces différences peuvent être liées à l'hétérogénéité des populations étudiées (âge, importance des déficiences, traitement par bêta bloquants, comorbidités...) et aux variations de délai d'évaluation par rapport à l'AVC.

Kelly [29] met en évidence une forte corrélation entre le pic de VO_2 et les résultats du test de 6 min chez 17 patients à 1 mois post AVC. Pour Ryan [101], il existe également une corrélation importante entre la sévérité des troubles de la marche et un pic de VO_2 faible.

Patterson [33] et Pohl [102] trouvent que la capacité de marche est déterminée par la capacité à l'effort pour les sujets marchant le plus vite (vitesse supérieure à 0,48 m/s) mais qu'elle est davantage influencée par l'équilibre pour les sujets marchant plus lentement.

Tang [30] trouve une corrélation plus faible entre la distance au test de 6 min et le pic de VO_2 à la phase aiguë. Cela suggère l'existence d'autres facteurs influençant le périmètre de marche à cette phase.

Courbon [36] a réalisé une étude chez 20 patients sur la relation entre les capacités de marche, les capacités maximales à l'effort et les capacités musculaires à 2 ans post AVC. Il trouve une corrélation significative du périmètre de marche au test de 6 min avec le pic de VO_2 , avec la puissance maximale ainsi qu'avec la force musculaire du côté parétique.

Michael [103] trouve que la cadence de marche est corrélée à la VO_2 mais pas à la fatigue. Dans cette étude, les patients ayant la cadence de marche la plus élevée sont ceux qui ont le pic de VO_2 le plus important.

Au contraire, Pang [39] met en évidence une corrélation faible entre le test de 6 min et la VO_2 max à la phase chronique post AVC. Pour lui, d'autres facteurs limitent l'endurance ambulatoire, en particulier les troubles de l'équilibre, la spasticité, les données anthropométriques, les modifications de la composition corporelle (masse grasse/masse maigre) et la force du quadriceps.

Dans une population de 12 patients à 3,5 ans post AVC (âge moyen 62 ans), Eng [32] ne trouve pas de corrélation de la distance parcourue en 6 min et des données hémodynamiques pendant ce test avec la capacité à l'effort mesurée par la VO_2 max. Dans une autre étude [99], il met en évidence une corrélation des résultats des tests de 6 et 12 min avec l'équilibre, la spasticité, la motivation du sujet et la force musculaire du triceps du côté parétique.

Toutefois, Calmels [92] considère qu'en phase chronique post AVC l'amélioration de la capacité à l'effort est un facteur prépondérant de l'augmentation de la vitesse et de l'endurance de marche compte tenu du surcoût énergétique nécessaire pour la marche.

1.4.2. Retentissement sur les AVJ

Pour Gordon [104], à distance de l'AVC, 25 à 50% des patients ont besoin d'une assistance pour la réalisation d'au moins une AVJ.

Pour Goldie [91], une vitesse de marche inférieure à 9 m/min peut être utilisée comme facteur prédictif de dépendance dans les AVJ. En effet, le surcoût énergétique, les perturbations de la marche et le déconditionnement retentissent sur la réalisation des AVJ.

Pour Mayo [100], à 1 an post AVC, la diminution de l'endurance à la marche est la limitation fonctionnelle observée la plus importante. Toutefois, pour Lord [105], l'amélioration des paramètres de marche (vitesse, endurance...) n'est pas le seul déterminant de la possibilité d'une marche autonome en extérieur : l'existence de troubles cognitifs et l'environnement du patient participent également.

MacKay-Lyons [13] met en évidence une corrélation entre un pic de VO_2 faible et un degré de dépendance important pour la réalisation des AVJ. De même, pour Shephard [106], la VO_2 max d'un sujet doit être au minimum de 15 ml/kg/min pour répondre aux besoins physiologiques d'une vie autonome.

Chez les sujets sains, les AVJ les moins sollicitantes nécessitent une consommation d' O_2 proche de 10,5 ml/kg/min contre 17,5 pour les plus intensives. Les activités journalières comme faire un lit ou faire la vaisselle sont à l'origine d'un coût énergétique plus élevé pour les patients en post AVC que pour la population saine [104, 107].

Pour Bjuro [41], en post AVC, les besoins énergétiques pour la réalisation des AVJ correspondent à 75 à 88% du pic de VO_2 , soit 2 fois leur coût dans la population saine.

Katz-Leurer [89] trouve une diminution du score de l'échelle de Frenchay, évaluant le niveau d'activité, de 27 % en moyenne à 6 mois post AVC par rapport au niveau antérieur à l'AVC.

La coexistence d'une faible capacité à l'effort et du surcoût énergétique des différentes AVJ entraîne une limitation des activités. Cela peut aggraver le déconditionnement, retentir sur la qualité de vie et conduire ainsi à une autoaggravation [11].

1.4.3. Effets sur les risques cardiovasculaires et les comorbidités

Les patients qui ont survécu à la phase aiguë de l'AVC ont un risque plus élevé de mortalité secondaire à une pathologie cardiaque qu'à un deuxième AVC : en effet, les pathologies cardiaques sont la première cause de mortalité en post AVC [44, 108, 109].

Le taux de récurrence d'un AVC est entre 4 et 14% par an, le risque est plus important pendant les 30 premiers jours post AVC [110].

Un déconditionnement et un style de vie sédentaire sont associés à une augmentation du risque de maladie cardiovasculaire. Dans la population générale, les sujets ayant un pic de VO_2 inférieur à 21 ml/kg/min sont considérés comme à haut risque de survenue de pathologies cardiovasculaires [111]. Le déconditionnement post AVC constitue donc un facteur de risque cardiovasculaire supplémentaire. Le lien entre diminution de l'activité post AVC et déconditionnement n'est pas clairement établi : cause ou conséquence ?

De nombreuses études [96] ont été réalisées en post infarctus sur la corrélation entre la mortalité cardiovasculaire et la capacité physique évaluée en METS. Ainsi, Morris [111] dans une revue de la littérature rapporte qu'une capacité physique inférieure à 6 METS est un facteur de risque important de mortalité cardiovasculaire.

De plus, le déconditionnement favorise l'existence d'un syndrome métabolique [112] et prédispose souvent à une vie sédentaire [104]. Cela peut conduire à des complications secondaires : ostéoporose, augmentation du risque de chute, majoration du risque cardiovasculaire...

1.4.4. Effets sur la qualité de vie

Le retentissement d'un AVC sur la qualité de vie du patient est un élément important à évaluer.

Définition

La qualité de vie est définie comme la perception qu'a un individu de la position qu'il occupe dans la vie par rapport à ses objectifs, ses attentes, ses inquiétudes, dans le contexte socio-culturel dans lequel il vit. Elle dépend des incapacités, des désavantages et des limitations de participation liés à la pathologie mais aussi de la perception que le patient a de sa santé et de son bien être [113].

C'est une donnée subjective et multidimensionnelle. Différentes composantes existent : physique, fonctionnelle, psychologique, sociale, santé perçue... [113-115] La santé perçue dépend de la morbidité réelle, de la morbidité diagnostiquée et de la morbidité ressentie [115].

Il existe parfois une discordance entre la qualité des résultats fonctionnels et la qualité de vie estimée par les patients d'où la nécessité de mesurer cette qualité de vie perçue, le but de la réadaptation étant une amélioration de la qualité de vie et non pas uniquement celle d'objectifs fonctionnels [116]. La définition d'un projet de vie s'inscrit dans cette perspective.

Evaluation la qualité de vie en post AVC

Les études réalisées mettent en évidence une diminution de la qualité de vie en post AVC par rapport à celle de la population saine du même âge. Cette différence persiste à distance de l'AVC [117-121].

Mayo [100] dans une étude en post AVC utilise les items santé physique et santé psychique de la SF36 (Short Form 36) et suit leur évolution. A 1 an post AVC, les valeurs pour l'item santé physique sont plus faibles que celles de la population générale chez 51% des patients et chez 67% pour l'item santé psychique. Dans cette population, 75% des patients sont autonomes pour les AVJ. Les éléments rapportés comme influençant la qualité de vie sont le sexe, l'environnement familial, le statut fonctionnel, l'existence d'une dépression et de comorbidités.

Dans l'étude de Hopman [122], les femmes ont des scores plus faibles pour les items de la SF36 concernant les activités physiques, l'énergie et la santé psychique.

Au contraire, Scholte [118] ne met pas en évidence de corrélation entre une diminution de la qualité de vie à la phase précoce post AVC et l'existence d'un syndrome dépressif ou une dépendance plus élevée.

Gallien [123] utilise également la SF36 pour évaluer la qualité de vie à 3 ans post AVC de 50 patients vivant à domicile : tous les scores sont inférieurs à ceux de la population saine du même âge. Pour lui, les facteurs ayant une influence péjorative sur la qualité de vie sont : la survenue de chutes et le degré de dépendance.

De même, pour Mayo [119], le degré d'autonomie dans les AVJ est un déterminant important de la qualité de vie, en particulier de la santé psychique.

1.4.5. Effets sur la fatigue

La notion de fatigue regroupe plusieurs dimensions :

- la fatigue mentale qui survient lors d'une activité cognitive,
- la fatigue physique liée à une activité physique d'intensité variable,
- la fatigue somatique liée à la maladie,
- la fatigue psychologique liée à une diminution de la motivation.

Il existe une étape commune à ces différentes dimensions : la phase d'intégration des sensations au niveau cortical [124].

De Groot [125] décrit la fatigue physiologique comme un état d'épuisement qui résulte d'un effort et qui est amélioré par le repos. C'est un signal d'alerte. La fatigue pathologique qui survient dans les pathologies neurologiques est définie comme une sensation de fatigabilité physique et de manque d'énergie perçue comme pathologique, anormale, excessive, chronique ou persistante sans lien avec un effort et qui ne diminue pas avec le repos.

Pour Gramigna [126], ce symptôme peut prendre des formes diverses : épuisement, manque d'énergie, perte de motivation...

La fatigue physique apparaît quand il existe une inadéquation entre la réserve énergétique et le coût énergétique des activités et entraîne une diminution de la capacité à maintenir un effort [124]. Elle est liée à une perte d'efficacité musculaire.

Prévalence de la fatigue en post AVC

Il n'y a pas d'échelle spécifique évaluant la fatigue dans le post AVC et aucune échelle générique n'a été validée dans ce contexte [124].

Dans une analyse de la littérature sur la fatigue en post AVC, Colle [124] rapporte qu'elle est un symptôme important et fréquent : sa prévalence varie entre 39 et 72% des patients [127].

Dans une étude de Ingles [128], la prévalence de la fatigue est de 68% dans une population entre 3 et 12 mois post AVC contre 36% dans la population saine témoin du même âge. La fatigue est un des symptômes que 40% des patients trouvent le plus gênant en post AVC. 27% des patients en post AVC ont une fatigue quotidienne.

Choi-Kwon [129] a recherché l'existence d'une fatigue chez 220 patients à 15 mois post AVC. Dans cette population, 57% des patients signalent une fatigue et chez 44% cette fatigue est présente plus de 20 jours par mois.

Evolution

Cette fatigue peut persister de façon prolongée après l'AVC.

Schepers [130] a étudié son évolution dans une population pendant la 1^{ère} année post AVC : elle a tendance à se majorer. Initialement, 51% des patients rapportent une fatigue, 64% à 6 mois et 70% à 1 an. Une explication serait que la récupération neuromotrice permettant plus d'activités, le patient serait donc plus sensible à la fatigue.

Van de Port [127] trouve également une augmentation de la prévalence de la fatigue entre le 6^{ème} (68%) et le 12^{ème} mois (74%) post AVC. Puis cette prévalence diminue (58%) à 3 ans.

Dans une étude à 2 ans post AVC, Glader [131] trouve que 10% des patients rapportent une fatigue permanente et 30% une fatigue fréquente.

Causes de la fatigue post AVC : hypothèses actuelles

Les mécanismes responsables d'une majoration de la fatigue en post AVC ne sont pas clairement connus. C'est un symptôme complexe d'origine multifactorielle [124] :

- facteurs physiques [125] : dénutrition, déconditionnement (augmentation de la demande énergétique nécessaire pour les AVJ et diminution de la capacité à l'effort...), troubles du sommeil (en particulier syndrome d'apnée du sommeil) [132], iatrogénie, modifications histologiques et métaboliques musculaires...
- facteurs psychologiques : dépression, modifications de la perception du niveau d'effort...

Pour Glader [131], la fatigue en post AVC résulterait à la fois de la lésion organique cérébrale, de son retentissement et des modifications psychosociales nécessaires à l'adaptation à une situation nouvelle.

Colle [124] s'interroge sur l'existence d'une fatigue primitive liée à la lésion cérébrale. Gramigna [126] émet l'hypothèse de modifications de la perception de la fatigue liées à l'AVC. Choi-Kwon [129] n'a pas retrouvé de corrélation entre la localisation de la lésion et la survenue de la fatigue post AVC alors que Staub [132] trouve une prévalence plus importante en cas d'atteinte du tronc cérébral.

Ingles [128] trouve qu'elle est indépendante de la survenue d'une dépression alors que d'autres études [130] mettent en évidence une relation entre l'existence d'un syndrome dépressif et l'intensité de la fatigue. Pour certains [129, 131], elle survient plus chez les patients dépressifs mais peut exister également de façon indépendante.

Le déconditionnement et le surcoût énergétique des activités participent à la fatigue.

En effet, MacKay-Lyons [42] trouve une accumulation sanguine de lactates plus précoce pendant l'exercice chez des patients en post AVC. Cela peut participer à l'apparition précoce de la sensation de fatigue lors d'un effort. De même, pour Zwarts [133], la fatigue physique est due à des phénomènes périphériques (accumulation de lactates et de potassium dans le secteur extra-cellulaire au niveau musculaire) et à des phénomènes centraux (diminution de l'activation musculaire volontaire).

Pour De Groot [125], la diminution d'activité liée à la fatigue entretient la fatigabilité.

Retentissements de la fatigue

La fatigue tend à accentuer les symptômes physiques et cognitifs présents en post AVC. Elle a un retentissement fonctionnel et émotionnel [128]. Elle peut altérer la participation à la rééducation [131]. Pour Choi-Kwon [129], elle aurait un impact plus important sur les activités physiques que sur les activités cognitives et retentirait sur la qualité de vie.

L'importance de la fatigue en post AVC est corrélée à un pronostic plus défavorable : augmentation de la mortalité, augmentation des institutionnalisations et perte d'autonomie plus importante [124]. Pour Glader [131], la présence d'une fatigue à 2 ans post AVC est associée à de moins bons résultats fonctionnels. Il trouve qu'elle est plus gênante chez les sujets jeunes. Pour lui, cela est dû à un niveau d'activité antérieur à l'AVC plus élevé chez les sujets jeunes et à une exigence de récupération plus importante.

L'AVC et ses conséquences (troubles de la commande et du tonus, déconditionnement...) ont des retentissements multiples.

La capacité de marche des patients est souvent altérée en termes de schéma de marche, d'endurance et de vitesse...

La réalisation des AVJ peut également être perturbée avec une diminution du niveau d'activité et un surcoût énergétique de celles-ci. Le lien de causalité entre ces perturbations et le déconditionnement n'est pas clairement établi.

La faible capacité à l'effort constitue un facteur de risque cardiovasculaire supplémentaire et peut participer à la fatigue ressentie par les patients en post AVC.

Tous ces phénomènes retentissent sur la qualité de vie des patients qui reste diminuée de façon prolongée.

2. Réentraînement à l'effort en post AVC

Les techniques classiques de rééducation en post AVC reposent sur une approche multidisciplinaire. Elles associent de la kinésithérapie, de la balnéothérapie, de l'ergothérapie et la prise en charge des troubles cognitifs et phasiques. Leur efficacité a été démontrée [92] : amélioration de l'autonomie fonctionnelle, diminution de la durée d'hospitalisation, augmentation du nombre de retours à domicile...

Les différentes techniques utilisées (Bobath, Kabat, Perfetti...) se fondent sur la reprogrammation sensori-motrice. Leur objectif est d'améliorer la commande motrice volontaire tout en limitant la spasticité. Les techniques de renforcement musculaire n'y sont pas privilégiées : l'hypothèse formulée est un risque de renforcement de la spasticité lors du renforcement des muscles parétiques par effet de débordement d'énergie. Cette hypothèse est actuellement remise en question [50].

Différents programmes de réentraînement à l'effort ou à la marche sont en cours de développement et d'évaluation mais leur mise en œuvre reste peu codifiée [92].

2.1. Données générales sur le réentraînement à l'effort

Le déconditionnement et les principes de réentraînement à l'effort ont été étudiés initialement dans le cadre des pathologies cardiaques (infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque, transplantation cardiaque...).

La réadaptation à l'effort a débuté chez des patients coronariens. En 1951, Levine a montré que la reprise d'une activité physique en post infarctus améliore le devenir de ces patients. En France, ces programmes ont été développés dans les années 70 et validés par la réalisation d'études dans des populations importantes dans les années 90 [2].

2.1.1. Principes des programmes de réentraînement à l'effort

Définition de l'OMS de la réadaptation cardiaque (1992) : C'est l'ensemble des activités requises pour influencer favorablement le processus évolutif de la maladie ainsi que pour assurer aux patients la meilleure condition physique, mentale et sociale possible afin qu'ils puissent par leurs propres efforts préserver ou reprendre une place aussi normale que possible dans la communauté [2, 50].

Il existe différentes modalités de réentraînement à l'effort [50] :

- le renforcement musculaire segmentaire ou analytique contre résistance.
- l'entraînement global à prédominance concentrique (ergomètre, tapis de marche) ou à prédominance excentrique.
- l'entraînement isocinétique.
- l'électrostimulation musculaire.

Le renforcement musculaire segmentaire a pour objectif d'augmenter la force et l'endurance de muscles impliqués dans la gestuelle quotidienne. Il repose sur différentes phases successives sollicitant un même groupe musculaire : initialement une contraction isométrique puis une contraction dynamique concentrique puis excentrique et une phase de relâchement [134].

L'association de différentes modalités (cycloergomètre, tapis de marche, renforcement musculaire segmentaire...) permet de solliciter différents groupes musculaires [2].

La principale cible de ces programmes est la voie aérobie. Pour améliorer l'endurance et la capacité aérobie des patients, les exercices proposés sont ceux recrutant la voie aérobie avec un travail continu à charge constante ; leur durée doit être supérieure à 10 min. Les exercices sont précédés d'une phase d'échauffement et suivis d'une phase de récupération [135].

Pour améliorer la résistance, le réentraînement se fait à un niveau dépassant le seuil aérobie sur des périodes plus courtes. Les exercices en interval training ou créneaux permettent un travail recrutant à la fois les voies aérobie et anaérobie lactique. Des périodes de travail d'intensité moindre (périodes de récupération) sont réalisées en alternance avec des pics d'activité qui permettent d'améliorer la puissance [135].

Pour les patients les plus déconditionnés, un réentraînement global n'est pas toujours possible ; dans ce cas, un travail segmentaire analytique contre résistance ou les techniques d'électrostimulation musculaire sont initialement utilisés [50, 134].

La durée moyenne du programme de réentraînement à l'effort dans le cadre des pathologies cardiovasculaires est de 12 semaines avec en moyenne 3 séances par semaine [135].

L'intensité du réentraînement à l'effort dans ces indications n'est pas consensuelle : son choix est personnalisé en fonction des risques et des objectifs du patient [9]. L'intensité de l'effort et la durée des séances doivent être suffisantes pour induire un effet sur la capacité à l'effort mais ne doivent pas être trop élevées au risque de diminuer la compliance au traitement ou d'entraîner des effets secondaires [15].

Le plus souvent, le travail se fait à un niveau proche du seuil ventilatoire [136]. Les critères les plus souvent utilisés pour la surveillance et l'adaptation du niveau d'effort durant les exercices sont la fréquence cardiaque, la sensation de dyspnée et la sensation subjective d'intensité de l'effort évaluée par l'échelle de Borg [135].

Ces programmes s'intègrent dans une prise en charge multidisciplinaire comprenant également une éducation thérapeutique avec des conseils individualisés sur l'activité physique et les règles hygiéno-diététiques [135].

2.1.2. Effets de ces programmes dans les pathologies cardiovasculaires

Chez des patients coronariens, les effets de ces programmes sont [2, 9, 50, 136] :

- une diminution de la mortalité d'origine cardiovasculaire [9].
- une amélioration de la capacité à l'effort : augmentation du pic de VO_2 de 20% en moyenne et augmentation de la charge maximale de l'exercice, recul du seuil ventilatoire. Il semble que l'amélioration soit essentiellement due à une amélioration au niveau musculaire périphérique [2, 9].
- une meilleure tolérance aux efforts sous-maximaux par diminution de la consommation d' O_2 du myocarde nécessaire pour un même effort : amélioration de la fonction contractile, diminution de la fréquence cardiaque pour un effort de même intensité.
- une action sur le système neurovégétatif : réduction de l'hyperadrénergisme.
- une correction de certains facteurs de risque cardiovasculaire : amélioration du profil lipidique et de l'équilibre glycémique, baisse de l'agrégabilité plaquettaire.
- une amélioration de la qualité de vie.
- une amélioration de la réinsertion socio-professionnelle.

Chez les patients présentant une insuffisance cardiaque ou une artériopathie des membres inférieurs, les programmes de réentraînement à l'effort ont également montré des effets bénéfiques : amélioration de la capacité à l'effort et de la qualité de vie [50].

2.2. Données actuelles sur le réentraînement à l'effort en post AVC

Des études ont mis en évidence qu'une amélioration de la capacité à l'effort après un entraînement aérobie est possible en post AVC [42, 104, 112].

Cependant, il n'y a actuellement aucun consensus concernant le choix des techniques et du protocole de réentraînement [23, 50, 98]. L'hétérogénéité des protocoles réalisés et des populations des études ne permet pas de déterminer les patients pour lesquels un réentraînement à l'effort peut être indiqué ni les modalités d'un tel programme.

2.2.1. Les différentes techniques de réentraînement à l'effort étudiées en post AVC

Dans une revue de la littérature sur le réentraînement à l'effort en post AVC, Ramas [23] décrit différents protocoles : réentraînement des capacités cardiovasculaires à l'effort, réentraînement à la marche, réentraînement de la force musculaire, autres techniques (électrostimulation, réentraînement en balnéothérapie...) qui sont utilisés de façon isolée ou associée en fonction des études.

2.2.1.1. Réentraînement cardiovasculaire et cycloergomètre

L'objectif principal de ces protocoles est l'amélioration des capacités cardiovasculaires avec comme critères d'évaluation principaux : la VO_2 max ou le pic de VO_2 et la puissance maximale développée [23].

D'après Ramas [23], le cycloergomètre est un outil sécurisant : son utilisation n'est pas limitée par la présence de troubles de l'équilibre. Il signale cependant qu'un travail complémentaire de l'équilibre doit être réalisé car le travail sur cycloergomètre sollicite peu les transferts d'appui et les réactions posturales. Au contraire, Katz-Leurer [85] trouve une progression plus importante de l'équilibre chez des patients après un travail sur cycloergomètre par rapport à un groupe contrôle ayant de la rééducation classique.

Le travail sur cycloergomètre permet un renforcement des muscles des membres inférieurs [86, 137]. Pour Katz-Leurer [85], c'est le renforcement des muscles gastrocnémiens, tibial antérieur et droit fémoral, qui sont sollicités pendant le pédalage, qui participe à l'amélioration de l'équilibre. Vandewalle [10] rapporte que pendant le pédalage avec une

seule jambe, la consommation d'O₂ systémique est plus élevée lors du pédalage du côté déficitaire.

Teixera [86] et Brown [137] ne mettent pas en évidence de majoration de la spasticité après un travail sur cycloergomètre malgré l'effet de renforcement musculaire.

De plus, l'activité de pédalage permet un entraînement du membre parétique par le membre sain. Cela sollicite des mouvements de flexion-extension de hanche, de genou et de cheville selon un pattern proche de celui de la marche [85, 138]. Le pédalage induit des mouvements répétitifs qui ont des effets positifs sur la synergie musculaire et sur les processus de neuroplasticité. L'activation de mécanismes moteurs spinal et supra spinal par le pédalage pourrait participer à la restauration de l'activation musculaire sélective et coordonnée nécessaire à une amélioration du schéma de marche [138].

Pour Brown [137], le cycloergomètre est également intéressant car il permet de solliciter la coordination bilatérale et multisegmentaire des membres inférieurs et d'alterner des périodes de contractions musculaires et d'étirements passifs.

De même, Fujiwara [138] met en évidence une diminution des cocontractions des antagonistes et une facilitation du recrutement sélectif des agonistes au niveau des muscles parétiques pendant le pédalage sur cycloergomètre chez des patients hémiplegiques non-marchant. Pendant le pédalage, le pattern d'activation détecté en électromyographie de surface pour les muscles du côté parétique est le même que celui du côté sain avec des amplitudes plus faibles.

Dans les programmes de réentraînement, une évaluation initiale de la capacité à l'effort permet de réaliser un programme personnalisé adapté à la capacité physique initiale et de suivre son évolution. Le cycloergomètre peut être utilisé pour cette mesure.

En effet, pour Kelly [29], le plus souvent en post AVC les patients n'ont pas une capacité de marche suffisante pour réaliser un effort maximal sur tapis de marche et les risques de chute sont plus importants sur cet outil. Le test d'effort sur cycloergomètre est plus facilement réalisable. De plus, Eng [32] met en évidence que les résultats obtenus lors d'une épreuve sous-maximale sur cycloergomètre sont fortement corrélés à ceux obtenus lors d'une épreuve d'effort maximale.

L'utilisation du cycloergomètre permet également une progression dans l'intensité de l'effort et une mesure plus précise du travail développé (puissance et fréquence de pédalage) que le tapis de marche [29].

Toutefois, le membre inférieur parétique ne participe que partiellement au pédalage et cela peut limiter le niveau maximal atteint par le patient à la fois pendant les séances et pendant les évaluations [34].

2.2.1.2. Réentraînement à la marche

Les programmes de réentraînement à la marche ont pour objectifs principaux l'obtention d'une marche fonctionnelle et l'amélioration de ses performances (vitesse, endurance, paramètres spatio-temporaux...) et pour objectif secondaire une amélioration de la capacité à l'effort [23].

La plupart utilisent un tapis de marche roulant classique ou inclinable. Les variations de la vitesse de marche et de la pente permettent une progression de l'intensité de l'effort.

Pour Ramas [23], le travail sur tapis de marche permet d'améliorer le réflexe de marche. En effet, pour Forrester [139] [140] et Smith [141], la marche sur tapis qui constitue une tâche motrice répétitive aurait un impact sur la neuroplasticité corticale par son action « contrainte ». Cela permet d'améliorer la symétrie de la marche en termes de répartition des charges et au niveau spatio-temporel. Pour Forrester [139, 140], la marche sur tapis a des effets facilitateurs sur la biomécanique de la marche, sur l'activation musculaire et sur la coordination musculaire qui peuvent participer à l'amélioration du schéma de marche à long terme.

Pour Smith [141], le travail sur tapis de marche permet aussi une amélioration de la force et une diminution de la spasticité des muscles parétiques. D'après lui, il existe également une action périphérique directe sur les muscles parétiques : diminution de la « dysactivité » et de l'amyotrophie.

Cependant, ces tapis sont difficilement utilisables par les patients présentant des déficits moteurs sévères (patients non-marchant) et pour les patients utilisant des aides techniques de marche [23].

D'autres systèmes ont donc été développés :

- le système de Body Weight Support (BWS) qui permet une suspension d'une partie du poids du corps. Il assure ainsi l'équilibre du patient et diminue les contraintes. Il peut être associé à un tapis de marche.
Pour Hesse [142], ce système favorise l'amélioration de la marche en augmentant la durée de la phase d'appui du côté parétique et en améliorant la symétrie de la marche. Ce système semble agir sur l'excitabilité du cortex moteur [143].
Danielsson [144] a montré que chez les patients en post AVC, le coût énergétique de la marche avec une suspension de 30% du poids du corps est plus faible que celui de la marche sur tapis sans BWS. Il est donc possible d'augmenter progressivement le niveau de la charge de l'exercice en diminuant progressivement le poids en suspension.
- les appareils de Gait Training permettent par un système motorisé de reproduire les différentes phases de la marche en assurant l'équilibre du patient et en entraînant le membre parétique. Une suspension par harnais peut leur être associée [23]. Cette technique repose sur le réapprentissage contraint de la marche [145]. La réalisation de mouvements passifs permet de recruter le cortex moteur.

Un des avantages de ces systèmes est la diminution du risque de chute.

2.2.1.3. Renforcement musculaire

Ramas [23] décrit différents protocoles de renforcement musculaire utilisés en post AVC : renforcement musculaire segmentaire ou analytique contre résistance , entraînement isocinétique.

Dans une revue de la littérature sur le renforcement musculaire en post AVC, Bohannon [146] rapporte que l'augmentation de la force d'un groupe musculaire peut améliorer la fonction dans une tâche jusqu'à un certain niveau ; par la suite, l'augmentation supplémentaire de la force n'aurait plus d'impact fonctionnel. Ce seuil varie selon les muscles impliqués et la tâche réalisée. Pour lui, les protocoles de renforcement musculaire sont efficaces sur la force et permettent le plus souvent une amélioration fonctionnelle.

De même, pour Shepherd [68], le renforcement musculaire global lors d'une activité spécifique améliore le recrutement des unités motrices, la capacité du muscle à générer une force et la synchronisation des pics de force des différents muscles ce qui permet un meilleur contrôle du mouvement. Cela favorise ainsi le réapprentissage moteur et peut avoir un effet bénéfique sur la neuroplasticité après une lésion cérébrale.

Dans une revue de littérature, Ada [147] rapporte des résultats similaires et ne trouve pas de modification de la spasticité lors des programmes comprenant un renforcement musculaire.

Badics [148] trouve également une amélioration de la force musculaire des membres supérieurs et inférieurs sans survenue de complications ni majoration de la spasticité après un programme de renforcement musculaire global.

Pour Gallien [149], le renforcement musculaire isocinétique en mode excentrique semble plus efficace. De même, pour Ramas [23], le renforcement musculaire isocinétique qui permet de travailler à différentes vitesses peut favoriser le renforcement des fibres musculaires rapides. Cet outil peut également être utilisé dans le cadre de l'évaluation de la force.

2.2.1.4. Programmes utilisant la stimulation musculaire électrique

Pour Shepherds [68] et Patois-Vergès [134], l'électrostimulation musculaire peut être utilisée initialement pour les patients ayant des déficits moteurs sévères ou ne tolérant ni un effort global ni un effort segmentaire. Cela permet de générer une contraction musculaire ou de compléter une contraction volontaire insuffisante. Pour ces patients, Shepherds [68] recommande que dans un deuxième temps la stimulation soit associée à une contraction volontaire du muscle pour que l'efficacité soit plus importante.

Il n'y a pas non plus de majoration de la spasticité lors de l'utilisation de ces techniques [48].

2.2.1.5. Protocole en balnéothérapie

Chu [38] a évalué un programme de réentraînement à l'effort en balnéothérapie. Cela permet de diminuer les contraintes s'exerçant sur les articulations et d'utiliser la résistance de l'eau pour le travail de l'endurance.

2.2.1.6. Protocoles multioutils

Certains auteurs ont utilisé des programmes associant différentes techniques. Ainsi, Teixeira [86] et Rimmer [150] associent des exercices aérobies sur cycloergomètre, tapis de marche, stepper et des exercices de renforcement musculaire des membres inférieurs.

2.2.2. Les différents protocoles

Différents protocoles de réentraînement ont été étudiés dans la littérature. Leur hétérogénéité rend difficile une comparaison des résultats.

2.2.2.1. Population cible

Les facteurs d'hétérogénéité sont :

- les caractéristiques démographiques : le sex-ratio (dans certaines études seuls les hommes sont inclus [28]), l'âge moyen (entre 53 ans [150] et 72 ans [23] avec une moyenne de 60 ans [23]). Ces éléments peuvent avoir un impact sur la VO₂ max mesurée.
- la localisation de la lésion.
- les comorbidités (antécédents cardiovasculaires, traitements cardiotropes...).
- le degré de déconditionnement.
- le retentissement fonctionnel de l'AVC : aides techniques à la marche ou non...
- la définition du déconditionnement.
- les techniques de mesure de la capacité à l'effort.

Le plus souvent, la nature (ischémique ou hémorragique) et l'étiologie de l'AVC ne sont pas précisées.

Dans la plupart des études, les sujets ayant une atteinte cardiovasculaire symptomatique, des troubles cognitifs ou ne marchant pas de façon autonome sont exclus [23, 151].

Le nombre de sujets varie selon les études entre 9 [94] et 92 [88, 89].

2.2.2.2. Délai entre l'AVC et le début du réentraînement

Il varie de 15 jours [28, 88, 89] à plusieurs années post AVC [86, 139, 152] avec un délai moyen de prise en charge entre 3 [153] et 6 mois [23].

2.2.2.3. Durée du protocole et fréquence des séances

Dans la littérature, la durée des programmes sur cycloergomètre varie entre 6 [34] et 10 [31, 152] semaines avec une fréquence de 2 [152] à 5 [88] séances par semaine [23].

La durée des protocoles de réentraînement à la marche est variable : entre 3 semaines [28] et 6 mois [37, 94, 151] avec une durée moyenne de 4 à 6 semaines [23, 50]. La fréquence des séances varie de 3 [37, 90, 94, 151] à 5 [28] par semaine.

La durée de chaque séance est en moyenne de 30 min [23]. En général, elle augmente en fonction de la progression et de la tolérance du patient.

Les programmes de renforcement musculaire durent entre 4 et 12 semaines avec 2 à 5 séances par semaine [74]. La durée des séances est de 45 à 150 min [147].

2.2.2.4. Intensité de l'exercice et sa progression

Selon le protocole choisi, l'intensité augmente pendant chaque séance ou de façon progressive d'une séance à l'autre.

Gordon [104] recommande d'utiliser le niveau de perception de l'effort de Borg pour déterminer l'intensité de l'effort.

Pour les protocoles avec cycloergomètre

Dans le protocole de Katz-Leurer [88, 89] : pendant les 2 premières semaines, les patients font un travail en interval training (2 min de pic, 1 min de récupération) 5 fois par semaine avec une augmentation progressive de la durée de l'exercice pour arriver à 20 min à la fin de cette période. Les 6 semaines suivantes, la fréquence est de 3 fois 30 min par semaine. L'intensité maximale est déterminée de façon à travailler à 60% de la réserve cardiaque.

Dans l'étude de Potempa [31], pendant les 4 premières semaines, l'intensité augmente de 30 à 50% de la puissance maximale du test initial jusqu'au niveau maximal possible pour le patient. Les 6 semaines suivantes, ce niveau maximal est maintenu.

Courbon [154] utilise un programme d'interval training avec initialement 6 pics de 1 min à 80% de la puissance maximale et 6 bases de 4 min à 40% de la puissance maximale. La puissance augmente progressivement (+ 10%) d'une séance à l'autre en fonction de la fréquence cardiaque maximale observée pendant le dernier pic.

Pour Lennon [152], l'exercice est réalisé entre 50 et 60% de la fréquence cardiaque de réserve et la progression se fait selon la tolérance du patient jusqu'à 60% de la fréquence cardiaque de réserve au maximum.

Pour Rimmer [150], le travail en endurance est fait à la fréquence cardiaque au seuil moins 5 bpm.

Pour les études sur tapis de marche

Dans une étude de Macko [37], le travail débute à 40% de la réserve cardiaque déterminée par l'épreuve d'effort initiale. Progressivement le niveau est augmenté jusqu'à 60%.

Dans une autre étude de Macko [94], le travail sur tapis est fait à une intensité entre 50 et 60% de la réserve cardiaque.

Dans une troisième étude de Macko [35], initialement, l'intensité est plus faible (40 à 50% de la réserve cardiaque) pendant 10 à 20 min et l'augmentation se fait de 5 min et de 5% de la réserve cardiaque toutes les 2 semaines jusqu'à 60 à 70% de la réserve cardiaque.

Ivey [151] débute les séances à 40% de la fréquence cardiaque de réserve. L'intensité du travail est augmentée pendant les séances en fonction de la tolérance des patients pour atteindre 70% de la fréquence cardiaque de réserve. Pour les patients les plus déconditionnés, il utilise initialement un travail en interval training.

Pour Ada [81], la vitesse du tapis augmente quand la longueur des pas est symétrique.

Pour le renforcement musculaire

Le plus souvent, les programmes comportent la réalisation de 12 mouvements répétitifs avec une augmentation progressive de la charge en fonction de la fatigue du patient [74]. Les mouvements isocinétiques sont réalisés à différentes vitesses durant les séances [74].

2.2.3. Les résultats observés

Dans la plupart des études, les paramètres sont évalués avant le début et à la fin du programme de réentraînement. L'évolution de ces paramètres est le plus souvent comparée à celle observée dans une population témoin. Le traitement suivi par le groupe témoin varie : autoexercices [81], mobilisations passives [31], renforcement musculaire des membres supérieurs [38], étirements [81, 140], techniques de rééducation classique [28, 35, 85, 152]...

2.2.3.1. Survenue d'évènements indésirables

La population de patients en post AVC ayant une morbidité élevée, il est important de déterminer la population cible à laquelle ces programmes peuvent être proposés sans risque majeur et de surveiller l'apparition d'évènements indésirables.

Cependant, Ivey [151] ne rapporte aucun évènement indésirable sévère après plus de 10 000 séances sur tapis de marche dans une population de patients en post AVC.

Les effets indésirables les plus fréquemment rapportés dans les études sont :

- une variabilité de la tension artérielle : hypo ou hypertension [107, 150, 155].
- des chutes sans complications [90, 156].

2.2.3.2. Observance

L'observance à ces différents protocoles est bonne. Elle a toutefois tendance à être plus faible pour les protocoles les plus longs :

- 93% pour Rimmer [150] sur 12 semaines.
- 88% sur 6 mois pour Ivey [151].
- 84% sur 6 mois pour Macko [35] (contre 77% dans le groupe témoin).

2.2.3.3. Résultats au niveau cardiovasculaire et respiratoire

2.2.3.3.1. Effets sur la capacité à l'effort

Protocoles avec cycloergomètre

Les différentes études trouvent une amélioration de la VO₂ max ou au pic :

- augmentation de 16,6 ml/kg/min à 18,1 ml/kg/min [31].
- augmentation de 15% pour Courbon [154] et Janssen [34].
- augmentation de 10% dans le groupe expérimental contre une diminution de 9% dans le groupe contrôle [150].

La puissance maximale augmente également de façon plus importante dans les groupes expérimentaux :

- de 9 W initialement à 25 W [88, 89].
- de 64 W à 94 W pour Potempa [31].
- + 23% pour Courbon [154].
- progression de 20 W pour Janssen [34].

Les études ne permettent pas de déterminer le mécanisme d'amélioration de la capacité à l'effort : adaptation centrale, périphérique ou les 2 [31, 34, 152].

Cependant, pour Janssen [34], la participation périphérique à la progression est probablement plus importante car, le plus souvent, le facteur limitant de l'épreuve d'effort est une fatigue ou une faiblesse des membres inférieurs. De plus, dans l'étude de Potempa [31], l'amélioration de la puissance maximale est plus importante que celle du pic de VO₂. Lennon [152] ne trouve pas de modifications des paramètres ventilatoires (capacité vitale, volume expiratoire...) après réentraînement. Ces résultats seraient en faveur d'un impact plus important sur l'amélioration de l'efficacité du mouvement et du métabolisme musculaire (adaptation périphérique) que sur l'amélioration des capacités cardio-respiratoires (adaptation centrale).

Katz-Leurer [88, 89] met en évidence une amélioration plus importante de certains paramètres cardiovasculaires dans le groupe travaillant sur cycloergomètre : la fréquence cardiaque au repos et le niveau d'effort atteint pendant l'épreuve d'effort sont améliorés de façon significative.

Protocoles sur tapis de marche

Les études mettent en évidence une amélioration de la capacité à l'effort après des programmes de réentraînement à la marche :

- + 10% du pic de VO₂ [37].
- + 17% du pic de VO₂ [35].
- + 35% du pic de VO₂ [28].

Pour Macko [35], l'augmentation de la vitesse du tapis à l'entraînement est corrélée avec une élévation du pic de VO₂. Dans une autre étude, il trouve une diminution de la fréquence cardiaque, de la VO₂ nécessaire et du quotient respiratoire pour un même effort sous-maximal après réentraînement [94].

Lors des différents programmes, la durée des séances réalisables par les patients augmente :

- de 14 min à 35 min [37].
- de 10 à 40 min [35].
- + 30% [28].

La charge de travail progresse également :

- augmentation de la vitesse du tapis de 0,63 m/s sans inclinaison à 0,85 m/s avec une pente à 1,3% [37].
- augmentation de la vitesse du tapis de 0,7 m/s à 1 m/s [81].
- augmentation de la vitesse du tapis de 0,48 à 0,75 m/s [35].
- augmentation de la vitesse du tapis de + 50% [28].

Protocoles de renforcement musculaire

Pang [157] trouve une progression du pic de VO₂ de 16% après un programme de renforcement musculaire des membres inférieurs.

Protocole en balnéothérapie

Chu [38] trouve une progression de la VO₂ dans le groupe réentraîné : + 22%.

2.2.3.3.2. Effets métaboliques

Les objectifs de contrôle des facteurs de risque cardiovasculaire métaboliques sont plus stricts pour les patients en post AVC que pour la population générale.

Pour Ivey [151, 158], le réentraînement aurait un effet sur les facteurs de risque cardiovasculaire par la modification du métabolisme glucidique et de la sensibilité à l'insuline sans modification associée du poids ou de la composition corporelle.

Après un programme de réentraînement chez des patients obèses en post AVC, Rimmer [150] a montré un impact sur la dyslipidémie, sur la surcharge pondérale et sur le rapport masse grasse/masse maigre. Pour lui [159], l'effet est plus important quand l'exercice réalisé est intense (fréquence cardiaque supérieure à 50% de la réserve cardiaque) pendant 30 min que quand l'exercice est plus prolongé mais d'intensité moins importante.

Au contraire, Lennon [152] et Santiago [160] ne trouvent pas de modification significative du cholestérol total, du HDL cholestérol et du LDL cholestérol après un programme sur cycloergomètre.

2.2.3.3.3. Morbimortalité

Aucune étude évaluant les effets d'un programme de réentraînement à l'effort sur la prévention d'une récurrence d'AVC ou sur la morbidité cardiovasculaire n'a été trouvée dans la littérature [104, 107, 161].

2.2.3.4. Résultats fonctionnels

2.2.3.4.1. Effets sur les capacités de marche

Protocoles avec cycloergomètre

Les études mettent en évidence une augmentation de la vitesse de marche dans le groupe entraîné :

- de 9 à 64% pour Pang [156].
- de 28% pour Teixeira [86].

Courbon [154] et Janssen [34] trouvent une progression de 15% de la distance de marche parcourue en 6 min.

Pour Katz-Leurer [88, 89], la montée des escaliers progresse plus dans le groupe entraîné mais il n'y a pas de différence significative pour les paramètres de marche.

Protocoles sur tapis de marche

Pour Ramas [23] et Van de Port [98], les études évaluant un travail sur tapis de marche avec ou sans BWS mettent en évidence des effets positifs sur les caractéristiques de la marche.

La vitesse de marche augmente [23, 143] :

- + 0,14 m/s pour Ada [81].
- + 22% [151].
- + 135% [162].

Cette amélioration semble plus liée à une augmentation de la longueur des pas qu'à une accélération de la cadence de marche [81].

L'endurance à la marche évaluée par la distance parcourue en 6 min est aussi améliorée [23] :

- + 100 m dans le groupe réentraîné [81].
- entre + 17 et + 55 m [90].
- + 30% [35, 151].

Cette augmentation est corrélée à l'augmentation de la durée d'exercice maintenu [35, 151].

Teixera-Da-Cunha [163] et Macko [35, 37, 94] trouvent une diminution du coût énergétique de la marche pour un même effort sous-maximal dans des conditions identiques.

Les paramètres spatio-temporels de la marche sont également améliorés :

- augmentation de la longueur des pas [81, 153, 162, 164, 165].
- augmentation de la cadence des pas [153].
- augmentation du pourcentage de temps d'appui sur le membre parétique [162].

Cependant, pour Lamontagne [165], les gains obtenus sur les paramètres de marche sur tapis ne sont pas totalement transférés à la marche en milieu ordinaire.

Protocoles de renforcement musculaire

Weiss [166] ne met pas en évidence de modifications des paramètres de marche après un programme de renforcement musculaire des membres inférieurs. De même, Kim [167] ne trouve pas de différence significative de la vitesse de marche de patients ayant bénéficié d'un renforcement musculaire isocinétique par rapport à des patients d'un groupe contrôle.

Au contraire, pour Gallien [149], un programme utilisant un renforcement musculaire isocinétique améliore la vitesse de marche.

D'autres études trouvent une amélioration de la distance parcourue en 6 min après un programme de renforcement musculaire :

- entre + 15 et + 90 m dans le groupe réentraîné pour Dean [168].
- + 25% pour Pang [157].

Protocole en balnéothérapie

Chu [38] trouve une augmentation de la vitesse de marche préférentielle dans le groupe réentraîné : + 20%.

2.2.3.4.2. Effets sur le niveau d'activité

Potempa [31] met en évidence une diminution du coût énergétique nécessaire pour les AVJ pour les patients réentraînés.

Teixera [86] et Sharp [169] trouvent une progression dans le niveau des AVJ réalisables après réentraînement à l'effort (+ 40% pour l'Human Activity Profile), alors que dans le groupe témoin il n'y a pas d'évolution.

Au contraire, Lennon [152] ne trouve pas de modification du score de l'échelle de Frenchay chez des patients ayant bénéficié d'un programme sur cycloergomètre.

2.2.3.5. Effets sur la qualité de vie

L'impact de ces programmes sur la qualité de vie varie également selon les études. Les échelles de mesure utilisées ne sont pas les mêmes.

Teixera [86] et Sharp [169] mettent en évidence une amélioration significative de la qualité de vie (+ 80% pour le Nottingham Health Profile [86]).

Duncan [170] trouve une amélioration de la qualité de vie sur les items de la SF36 concernant les activités physiques dans le groupe expérimental. Gallien [149] rapporte également une amélioration de la qualité de vie après un programme de renforcement musculaire isocinétique.

Au contraire, Lennon [152] et Ada [81] ne trouvent pas de modification de la qualité de vie.

Bateman [171] n'a pas mis en évidence de modification des niveaux de fatigue, d'anxiété ou de dépression après un programme de réentraînement sur cycloergomètre chez des patients présentant des lésions cérébrales d'étiologies diverses (AVC, traumatisme crânien...).

2.2.4. Eléments influençant l'efficacité des programmes

Dans les études de Potempa [31] et d'Ivey [151], tous les patients ne progressent pas de façon homogène mais ces auteurs ne mettent pas en évidence de facteurs pouvant expliquer les différences de réponse au traitement.

2.2.4.1. Caractéristiques de la population

Selon Lennon [152] et MacKay-Lyons [42], il n'y a pas d'influence du sexe dans la réponse au traitement.

Dans les études de Katz-Leurer [88] et de Barbeau [172] : les sous-groupes des sujets de plus de 65 ans réentraînés améliorent leurs performances de marche, ce qui n'est pas retrouvé pour les sujets plus jeunes.

Au contraire, Badics [148] ne trouve pas d'influence de l'âge sur l'efficacité d'un programme de renforcement musculaire.

Rimmer [107] et MacKay-Lyons [42] rapportent que ces programmes seraient plus efficaces chez les patients les plus déconditionnés initialement.

Van de Port [98] rapporte une efficacité plus importante pour les patients présentant un syndrome dépressif.

Ces différentes études n'évaluent pas l'impact des comorbidités cardiovasculaires ou des troubles cognitifs sur les résultats obtenus.

2.2.4.2. Délai de réalisation post AVC

Dans une étude chez l'animal, Riserdal [173] met en évidence une aggravation des lésions cérébrales lors d'un réentraînement trop précoce, alors que s'il est réalisé plus à distance il n'y a pas de retentissement néfaste sur la lésion mais des effets positifs sur les performances fonctionnelles.

Au contraire, d'autres études [174] ne mettent pas en évidence de tels résultats et trouvent une récupération plus importante lors d'un début plus précoce de la rééducation. D'après Ramas [23], Pang [156] et Ada [147], l'efficacité de ces programmes est d'autant plus importante qu'ils sont réalisés de façon précoce. Toutefois, ces résultats peuvent être liés à l'évolution naturelle. Pour Duncan [155], une réalisation précoce pourrait avoir des effets positifs plus importants sur les phénomènes de neuroplasticité. Pour Ada [147], il faudrait les débiter préférentiellement pendant les 6 premiers mois post AVC.

D'autres auteurs trouvent que ces protocoles restent efficaces même s'ils sont réalisés en phase chronique post AVC : à 2 ans post AVC pour Yen [143], à plus de 5 ans post AVC pour Teixeira [86] et Pang [157].

Pour Macko [35], le délai de réalisation (jusqu'à 10 ans post AVC) n'est pas un facteur prédictif d'une moins bonne réponse.

2.2.4.3. Durée

Les protocoles les plus courts (quelques semaines) permettent des améliorations [28, 34, 81, 90]. Cependant, lors d'un programme de 6 mois avec exercices sur tapis de marche, Ivey [151] et Macko [35] ne mettent pas en évidence de phase de plateau (évaluation à M 0, 3 et 6)

dans les courbes de progression des différents paramètres, ce qui suggère que des effets peuvent exister pour des programmes plus longs.

Au contraire, dans une autre étude, Macko [37] trouve une amélioration de la capacité à l'effort et des capacités de marche pendant les 3 premiers mois d'un réentraînement à la marche puis une stabilité de ces paramètres après 6 mois de réentraînement. Ces résultats peuvent être liés à la progression de la puissance de travail : la pente et la vitesse du tapis sont augmentées de façon plus importante entre le début du programme et l'évaluation à 3 mois. Entre les évaluations à 3 et à 6 mois, le niveau de travail reste stable ce qui peut expliquer le plateau observé. Pour lui, cela souligne l'importance de poursuivre une activité physique pour maintenir les gains obtenus.

2.2.4.4. Intensité de l'exercice

L'intensité de l'exercice et les modalités de sa progression permettant une plus grande efficacité ne sont pas déterminées.

A 4 mois post AVC, Pohl [153] a comparé deux programmes de réentraînement à la marche sur tapis avec des progressions différentes de la vitesse du tapis. Pour l'un des programmes, la vitesse du tapis est augmentée régulièrement pendant chaque séance selon la tolérance du patient. Dans l'autre groupe, la vitesse est augmentée de 5% chaque semaine. Les résultats sont en faveur d'une efficacité plus importante (augmentation plus importante de la vitesse de marche, de la longueur des pas et de la cadence) du protocole avec augmentation de la vitesse pendant chaque séance par rapport à celui où l'augmentation se fait d'une séance à l'autre. La tolérance des patients à ce protocole plus intensif n'a pas été différente de celle des autres programmes. L'efficacité sur les capacités de marche est supérieure dans les protocoles avec travail sur tapis par rapport à celui comprenant uniquement de la rééducation classique.

Potempa [31] trouve que seule la puissance de travail pendant le programme est corrélée à l'efficacité du programme sur la capacité à l'effort.

Pour Duncan [155], les protocoles sur tapis de marche sont plus efficaces quand la vitesse du tapis est plus élevée.

2.2.4.5. Techniques utilisées

Pour Van de Port [98], les programmes de réentraînement cardiovasculaire et de réentraînement à la marche ont plus d'impact sur les capacités de marche que les programmes utilisant un renforcement musculaire des membres inférieurs. Les mécanismes permettant l'amélioration de la marche ne sont pas clairement connus : restauration fonctionnelle, apparition de mécanismes de compensation et d'adaptation ?

Pour les patients ayant un déficit moteur sévère, Barbeau [172] trouve une amélioration des capacités de marche plus importante après un programme sur BWS associé à un tapis de marche par rapport à un programme utilisant un tapis de marche classique.

Au contraire, Moseley [175], dans une revue de la littérature trouve qu'il n'y a pas de différence significative dans les résultats sur les paramètres de marche entre un réentraînement sur tapis de marche avec ou sans BWS.

Janssen [34] ne met pas en évidence de différence en termes d'amélioration de la capacité à l'effort et des capacités de marche entre un programme de réentraînement sur cycloergomètre avec et sans stimulation électrique fonctionnelle du membre inférieur parétique.

Dans sa revue de la littérature, Ramas [23] conclut que les différentes techniques utilisées agissent différemment et qu'il serait intéressant de les associer dans la prise en charge des patients.

2.2.5. Evolution après l'arrêt du programme

Peu d'auteurs ont évalué l'évolution des résultats à distance de l'arrêt du programme.

Pour Sharp [169] et Dean [168], les effets sur les capacités de marche sont stables à 1 mois d'un programme de renforcement musculaire.

Pour Ada [81], à 3 mois d'un programme de réentraînement à la marche, la vitesse de marche est stable mais la distance parcourue au test de 6 min diminue. L'hypothèse formulée est que l'amélioration de la capacité à l'effort participant à cette progression n'est pas maintenue à l'arrêt du programme, à la différence des améliorations du schéma de marche qui persistent.

Au contraire, Peurala [82] trouve une endurance et une vitesse de marche stables entre la fin du programme de réentraînement et l'évaluation à 6 mois.

Dans ces études, la poursuite ou non d'une activité physique par les patients n'est pas connue.

Werner [145] a réalisé une évaluation à 6 mois de l'arrêt de son programme : les résultats sur les capacités de marche sont stables pour les patients qui ont poursuivi des autoexercices.

Flansbjer [176] trouve également un maintien des performances de marche à 10 semaines de l'arrêt du réentraînement, les patients ayant comme consigne de continuer à réaliser des autoexercices.

Dans l'étude de Katz-Leurer [89], 3 mois après l'arrêt d'un programme sur cycloergomètre, l'évaluation du niveau d'activité avec l'échelle de Frenchay ne met pas en évidence de différence entre le groupe réentraîné sur cycloergomètre et le groupe témoin.

Malgré l'hétérogénéité des protocoles évalués, les résultats observés semblent en faveur d'une efficacité à court terme des programmes de réentraînement à l'effort en post AVC sur la capacité à l'effort, la marche et la qualité de vie sans survenue de complications.

Les modalités optimales ne sont pas déterminées. Il semble qu'un début précoce et que l'association de différentes techniques soient à privilégier.

L'évolution à long terme des améliorations constatées n'est pas connue.

3. Etude clinique prospective

3.1. Matériel et méthode

3.1.1. Objectifs

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'évolution de la capacité à l'effort, de la capacité de marche, des performances en milieu ordinaire, de la qualité de vie et de la fatigue sous l'effet d'un programme de réentraînement à l'effort chez des patients ayant présenté un AVC ischémique semi-récent et dont l'état neurologique est stabilisé.

Les objectifs secondaires sont :

- de rechercher une transposition dans la vie en milieu ordinaire des effets sur la capacité à l'effort et sur la marche.
- d'évaluer l'évolution des résultats observés à 3 mois de l'arrêt du programme : les effets constatés persistent-ils à distance du programme ? La réalisation d'une activité physique régulière est-elle poursuivie ?
- de préciser les indications d'un tel programme et de rechercher des facteurs prédictifs d'une efficacité.

3.1.2. Matériel

Cette étude longitudinale a été menée de façon prospective entre mai 2008 et juin 2009 à l'Institut Régional de Réadaptation de Nancy. Il s'agit d'une étude en intention de traiter.

3.1.2.1. Population

Critères d'inclusion

- Patient ayant présenté un AVC ischémique symptomatique.
- Patient capable de marcher avec ou sans aides techniques.
- Patient ayant terminé la prise en charge rééducative neurologique spécifique ou à plus de 3 mois de l'AVC.
- Patient pour lequel le programme de réentraînement s'inscrit dans le projet de vie : motivation, existence d'objectifs de réadaptation...

L'inclusion à plus de 3 mois post AVC permet de limiter les biais de mesure liés à l'évolution naturelle de la récupération. En effet, la récupération neuromotrice présenterait une phase de stabilisation vers 3 mois, après 6 mois post AVC la progression est décrite comme quasi nulle [177]. Cette notion est actuellement remise en question.

D'autre part, la phase de rééducation initiale étant terminée, les effets mesurés ne seront pas liés à d'autres techniques de rééducation que le réentraînement.

Les patients ayant présenté un AVC hémorragique n'ont pas été inclus afin de limiter l'hétérogénéité de la population.

Critères de non-inclusion

- Contre-indications au réentraînement à l'effort : insuffisance respiratoire chronique, valvulopathie sévère, cardiopathie obstructive, troubles du rythme ou de la conduction cardiaques sévères et évolutifs, thrombus cardiaque intracavitaire, insuffisance cardiaque décompensée, artérite des membres inférieurs (stades 3 et 4 de la classification de Leriche et Fontaine) ou angor symptomatique...
- Troubles phasiques ou cognitifs sévères risquant de perturber la compréhension des consignes : MMS (Mini Mental Test de Folstein [178]) < 16 [27].

3.1.2.2. Critères d'évaluation et outils de mesure

3.1.2.2.1. Capacité à l'effort

La capacité à l'effort et son évolution sont mesurées par la réalisation d'épreuves d'effort avec étude des échanges respiratoires comme cela est recommandé dans la littérature [9].

Les traitements cardiotropes (en particulier bêta bloquants) ne sont pas arrêtés avant la réalisation des épreuves d'effort.

Ces épreuves sont réalisées sur cycloergomètre. La charge de l'effort est augmentée progressivement par paliers. Le protocole de progression de la charge est choisi de façon à atteindre le pic de l'effort après une dizaine de minutes de test [60]. En effet, le test doit être suffisamment long pour permettre les adaptations métaboliques et cardiovasculaires nécessaires pour atteindre la VO_2 max. Cependant, l'épreuve ne doit pas être trop longue pour éviter une fatigue trop importante ou une diminution de la motivation en fin de test qui entraîneraient un arrêt du test avant d'avoir atteint la capacité maximale [10].

Pendant l'effort, la fréquence cardiaque et la tension artérielle sont mesurées toutes les 3 minutes ; l'électrocardiogramme 12 dérivations est enregistré en continu. La mesure des échanges gazeux est réalisée en utilisant un masque adapté. L'appareil est calibré avant chaque patient. Les données moyennes sont enregistrées toutes les 10 à 20 secondes.

Les critères d'arrêt du test sont :

- la survenue de troubles du rythme, d'anomalies de la repolarisation (sus ou sous-décalage du segment ST).
- l'apparition de signes de mauvaise tolérance hémodynamique.
- l'apparition d'une dyspnée gênant le patient pour la poursuite de l'effort.
- une fatigue des membres inférieurs ou généralisée signalée par le patient.

Cette épreuve est suivie d'une période de récupération active d'une durée minimale de 3 min et la surveillance des paramètres cardio-respiratoires est poursuivie pendant 6 min.

Ce test permet de mesurer le pic de VO_2 ou la VO_2 max et de déterminer le seuil ventilatoire après analyse des courbes de VO_2 , VCO_2 et VE par un cardiologue.

Les variables étudiées sont :

- les paramètres cardiovasculaires au repos : - fc.
- TAS et TAD.
- les paramètres au seuil : - fc.
- puissance.
- VO_2 au seuil.
- les paramètres au maximum de l'effort : - fc maximale atteinte.
- TAS et TAD.
- puissance.
- pic de VO_2 .
- les motifs d'arrêt du test.

3.1.2.2.2. Endurance à la marche

Le test de 6 min est utilisé pour évaluer l'endurance à la marche des patients comme cela est fait dans la littérature [99]. Ce test est sensible aux changements [90, 168]. Il peut être utilisé comme marqueur de l'efficacité d'un réentraînement [135].

Il est réalisé comme décrit précédemment (paragraphe 1.1.4.5.). Les patients utilisent leurs aides techniques de marche habituelles.

Ce test est réalisé à distance des épreuves d'effort pour éviter des interférences entre ces 2 épreuves.

En post AVC, Liu [179] n'a pas mis en évidence de modification significative de la distance parcourue entre 2 tests consécutifs pour un même patient contrairement à ce qui a été mis en évidence chez des sujets sains [19].

Les variables mesurées sont :

- la distance totale parcourue en 6 min
- la fréquence cardiaque maximale atteinte pendant le test.

3.1.2.2.3. *Activité en milieu ordinaire*

Evaluation par des mesures embarquées

L'activité en milieu ordinaire des patients est évaluée par des mesures embarquées avec un accéléromètre uniaxial de type ActivPALTM (Physical Activity Logging). Les données mesurées sont extraites et analysées grâce à la PAL docking station. (Annexe 2)

Le signal est enregistré en permanence. Cela permet d'obtenir des informations objectives sur le niveau d'activité du sujet en situation de vie ordinaire [180].

La période d'évaluation est de 7 jours comme dans les études de Hurley [181] et McDonough [182] afin d'éviter les biais de mesure liés à une éventuelle différence d'activité entre les jours de week-end et les jours de semaine. Tudor-Locke [183] et Ward [184] recommandent également une durée d'enregistrement supérieure à 3 jours pour limiter les biais liés aux variations d'activité intra-individuelles.

Pour certains patients, l'évaluation intermédiaire T1 a lieu pendant une interruption thérapeutique et pour d'autres pendant une semaine de réentraînement.

L'accéléromètre est mis en place (sur la face antérieure d'une des cuisses) par le patient au lever et retiré au coucher. C'est un appareil compact, léger, peu encombrant qui ne limite pas les mouvements du patient. Son utilisation a été validée pour mesurer l'activité de sujets sains [185, 186]. Il permet d'identifier des périodes en position assise ou couchée, en position debout et des périodes de marche. Cette identification repose sur le degré d'inclinaison de la cuisse par rapport à la verticale et ses variations [185].

Avec cet outil, les variables mesurées sont :

- la durée moyenne de port de l'accéléromètre par jour qui permet d'évaluer la durée d'éveil des patients.
- le nombre moyen de pas par jour.
- le nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre.
- la cadence de marche la plus fréquente des patients.
- le pourcentage moyen de temps par jour passé dans 3 situations différentes : en position assise ou couchée, en position debout ou à marcher.

Ces données sont étudiées pour les jours de semaine (lundi/vendredi), les jours de week-end et sur une semaine complète (toute la semaine) pour rechercher d'éventuelles variations.

Des modifications du comportement des patients dans la vie ordinaire sont également recherchées en comparant le profil d'activité des patients lors des différentes évaluations.

Sur les tracés obtenus par monitoring d'activité, des éléments concernant le niveau d'activité des patients sont recueillis :

- nombre de périodes (par semaine) de marche continue de 15 à 30 min et de plus de 30 min.
- nombre de pas réalisés pendant des périodes de marche continue de plus de 30 min par rapport au nombre total de pas réalisés pendant l'évaluation (%).

Ce pourcentage de marche est considéré comme le pourcentage de marche dite « thérapeutique », puisque sa durée est conforme aux recommandations. En effet, en post AVC, le Stroke Council of the American Heart Association recommande la pratique d'une activité physique d'intensité modérée pendant au moins 30 à 45 min par jour 3 fois par semaine [110].

Autoévaluation de l'activité physique par questionnaires

Lors de chaque évaluation, l'interrogatoire comprend un questionnaire d'activité semi-ouvert : type d'activité, durée et fréquence des séances d'activité.

A partir de ce questionnaire, la durée totale de l'activité déclarée par le patient est évaluée : durée et fréquence des périodes d'activités pour une semaine. Pour l'évaluation à 3 mois, cette durée d'activité autoestimée est comparée à la durée totale d'activité mesurée par monitoring.

A 3 mois de l'arrêt du protocole, l'échelle de Frenchay [187] est utilisée pour mesurer l'activité des patients. Cette échelle a été développée spécifiquement [113, 188] et validée [189] pour des patients en post AVC. Elle mesure le style de vie en termes d'activités physiques complexes, de participation à des activités élaborées et de fonctionnement social [152, 190]. Elle comporte 15 items concernant différents domaines : la vie domestique, les loisirs, les transports, le travail. (Annexe 3). Le score global est basé sur l'activité des patients pendant les 3 à 6 mois précédents. Les scores vont de 0 (inactif) à 45 (très actif).

3.1.2.2.4. Qualité de vie

La SF36 (Annexe 4) est utilisée pour évaluer la qualité de vie des patients et son évolution. C'est un autoquestionnaire validé en langue française [191] et pour les patients en post AVC [114, 192, 193]. C'est une échelle de qualité de vie générique qui explore la santé physique, émotionnelle et sociale. Elle évalue 8 dimensions de la santé :

- l'activité physique.
- les limitations d'activité liées à l'état physique.
- la santé psychique.
- les limitations d'activité liées à l'état psychique.
- la vie et les relations avec les autres.
- les douleurs physiques.
- la vitalité.
- la santé perçue.

Les scores varient de 0 (très faible qualité de vie) à 100 (meilleure qualité de vie). La durée de passation est d'environ 10 min [191].

Le questionnaire est rempli par le patient en fonction de son ressenti pendant les 4 semaines précédant l'évaluation.

L'analyse des réponses aux différents items permet d'obtenir un profil de qualité de vie pour ces 8 dimensions. Les scores des différents items permettent de calculer 2 scores généraux : l'un concernant la santé physique et l'autre la santé psychique [194, 195].

Les données utilisées pour cette étude sont les scores généraux de :

- santé physique.
- santé psychique.

3.1.2.2.5. Fatigue

La MAF (Multidimensional Assessment of Fatigue) est utilisée pour évaluer la fatigue des patients. C'est une échelle générique de fatigue [196] qui a de bonnes propriétés psychométriques et est sensible aux changements [197]. Elle est validée pour évaluer la fatigue dans les pathologies chroniques [197].

Elle est composée de 16 questions et mesure l'intensité, la périodicité et le retentissement de la fatigue sur les activités quotidiennes. Un index global de fatigue peut être calculé. Il est coté entre 0 (pas de fatigue) et 50 (fatigue majeure).

Une version traduite en français est utilisée dans cette étude. (Annexe 5)

3.1.2.3. Protocole pour un sujet

3.1.2.3.1. Avant l'inclusion

Avant l'inclusion des patients, différents éléments sont recueillis :

- données démographiques, socio-professionnelles, activités de loisirs antérieures.
- existence de facteurs de risque cardiovasculaire, antécédents.
- déficiences dans les suites immédiates de l'AVC.
- déficiences présentes au début du réentraînement.
- définitions d'objectifs de réadaptation prenant en compte le projet de vie du patient au niveau professionnel, des loisirs...

Avant l'inclusion des patients dans le protocole, une évaluation de la fonction myocardique à la recherche d'une atteinte coronarienne asymptomatique est réalisée comme cela est recommandé : tomoscintigraphie myocardique d'effort ou épreuve d'effort en milieu cardiologique [104, 108].

3.1.2.3.2. Planning des évaluations

Chaque patient a 3 ou 4 évaluations :

- une avant le début du programme (T0).
- une intermédiaire (T1), après une vingtaine de séances de réentraînement afin d'adapter la prise en charge comme cela est recommandé [48] et afin d'étudier l'évolution des critères d'évaluation pendant le programme (plateau ? progression continue ?).
- une immédiatement après la fin du programme (T2).
- une à 3 mois de l'arrêt du programme (T3).

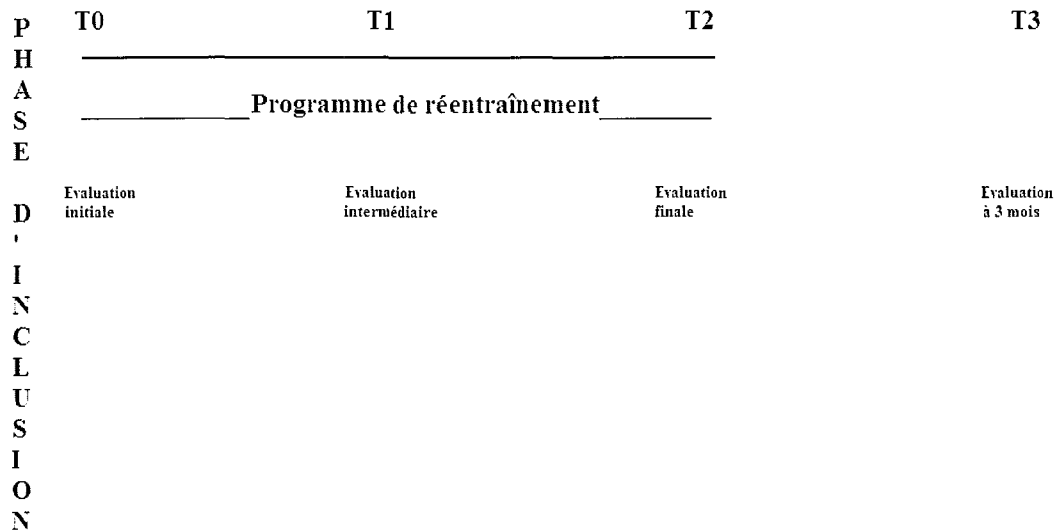


Figure 2 : Les différentes phases du protocole de l'étude.

Lors de chaque évaluation, en plus des critères d'évaluation décrits précédemment, le patient bénéficie d'une consultation médicale recueillant :

- la survenue d'évènements indésirables.
- l'évolution des facteurs de risque cardiovasculaire : poids, maintien du sevrage tabagique, équilibre tensionnel et des paramètres métaboliques...
- les objectifs du patient.

3.1.2.4. Programme personnalisé de réentraînement

Le protocole de réentraînement n'est pas standardisé : il est adapté aux caractéristiques du patient, à ses capacités initiales, à sa progression pendant le programme et à ses objectifs (projet de vie professionnelle, loisirs...). Il est prescrit et suivi par un seul et même cardiologue ayant une pratique exclusive de réadaptation cardiaque.

Comme Ramas [23] et MacKay-Lyons [42] le préconisent, différents outils sont utilisés pour le réentraînement en fonction des déficiences que le patient présente : cycloergomètre, ergomètre à bras, rameur, tapis de marche. Cela permet d'éviter une suractivité liée à l'utilisation d'un appareil unique et de solliciter différents groupes musculaires.

Lors de chaque séance, la fréquence cardiaque et la tension artérielle au repos, pendant l'effort et pendant la récupération sont mesurées. Les premières séances sont réalisées sous monitoring électrocardiographique.

Les séances durent de 20 à 60 min. Elles comprennent une période d'échauffement et une période de récupération active puis passive.

Le programme est basé sur un réentraînement en endurance aérobie. Le travail au seuil ventilatoire est privilégié. En effet, le seuil ventilatoire étant proche du seuil d'apparition de la dyspnée, le travail à ce niveau est bien toléré [198]. En théorie, le niveau de travail peut être déterminé pendant les séances soit par :

- la fréquence cardiaque d'entraînement (FCE) déterminée par la formule de Karnoven [158, 198] : $FCE = fc \text{ de repos} + 50 \text{ à } 80\% \text{ de la réserve cardiaque}$.
- la fréquence cardiaque au seuil ventilatoire déterminée par l'épreuve d'effort.
- l'utilisation d'échelles fonctionnelles de dyspnée (Annexe 6), de pénibilité globale (niveau 12 à 14 sur l'échelle de Borg 6-20) [16], ou de fatigue des membres inférieurs (Annexe 7).
- le niveau de charge énergétique en METS correspondant au seuil.

En pratique, l'un des objectifs du réentraînement étant de faire progresser le niveau de charge (en équivalent énergétique), ce sont les échelles fonctionnelles qui sont utilisées préférentiellement pour choisir le niveau de travail des patients comme cela a été validé pour les pathologies cardiovasculaires [199].

L'utilisation de ces échelles pendant les séances permet également une éducation du patient. Ainsi, l'évaluation des signes fonctionnels peut être poursuivie par les patients afin d'adapter leur niveau d'activité physique en milieu ordinaire et d'assurer à la fois sécurité et efficacité.

La surveillance de la fréquence cardiaque est plus difficilement utilisable lors de la pratique d'une activité physique en milieu ordinaire. De plus, pour des patients déconditionnés, la fréquence cardiaque au seuil peut varier après un réentraînement. Cela a été mis en évidence pour des patients coronariens [198].

La fréquence des séances augmente progressivement en fonction de la tolérance et de la fatigabilité du patient. Le nombre de séances par semaine varie entre 2 et 5.

La première partie du réentraînement comprend une vingtaine de séances. Le programme est poursuivi sur décision médicale en fonction de la progression du patient et de ses objectifs.

Pour chaque séance de réentraînement, les kinésithérapeutes remplissent une fiche de renseignements qui comprend les appareils utilisés, la puissance de travail, la durée du travail effectué sur chaque appareil et la fréquence cardiaque maximale. Les signes fonctionnels sont évalués régulièrement.

En complément de cet entraînement en endurance, des séances de renforcement musculaire segmentaire et en balnéothérapie sont réalisées.

Quand cela est possible, les patients sont pris en charge dans des activités collectives en piscine de ville ou dans le cadre de sorties sportives (vélo, marche en extérieur...) pour promouvoir le maintien d'une activité physique régulière après l'arrêt du programme.

Pendant le réentraînement, les patients bénéficient également :

- d'une consultation cardiologique avec éducation thérapeutique sur les différents traitements médicamenteux et informations sur les facteurs de risque cardiovasculaire et la prévention secondaire.
- d'une éducation promouvant l'activité physique régulière avec informations sur le niveau de l'activité à maintenir. Il est conseillé aux patients de poursuivre une activité physique continue d'intensité modérée pendant au moins 30 à 45 min par jour 3 fois par semaine selon les recommandations [104].
- d'une consultation auprès d'une diététicienne avec informations sur les règles hygiéno-diététiques adaptées à leurs facteurs de risque cardiovasculaire.

En plus de l'activité physique régulière, les recommandations concernant le contrôle des facteurs de risque cardiovasculaire en post AVC sont [110] :

- une tension artérielle au repos inférieure à 140/90 mmHg ou inférieure à 135/85 mmHg en présence de pathologies associées (diabète, insuffisance rénale...).
- un sevrage tabagique.
- l'équilibration d'un éventuel diabète.
- un bilan lipidique équilibré : LDL cholestérol inférieur à 1 g/l, HDL cholestérol supérieur à 0,35 g/L et triglycérides inférieurs à 2 g/l.
- un poids inférieur à 120% du poids idéal.

3.1.2.5. Analyse statistique

Compte tenu des faibles effectifs, les variables quantitatives sont présentées avec la médiane et l'écart interquartile (médiane (Q1-Q3)). Les variables qualitatives dichotomiques sont exprimées en pourcentage.

Les variables quantitatives ont été comparées avec les tests non paramétriques de Mann et Whitney pour les comparaisons entre groupes et de Wilcoxon pour les tests appariés en raison de l'effectif qui est inférieur à 30 patients. Les variables qualitatives dichotomiques ont été comparées par le test de Fisher.

Une valeur $p < 0,05$ a été considérée comme significative.

3.2. Résultats

Dix patients ayant présenté un AVC ischémique ont été inclus, neuf ont suivi le programme de réentraînement complet. Un des patients n'a pas suivi le programme de réentraînement jusqu'à son terme (10 séances uniquement) en raison d'une comorbidité indépendante de l'AVC nécessitant un traitement spécifique.

5 patients répondant aux critères d'inclusion n'ont pas participé à cette étude :

- 3 patients ont refusé.
- 1 patient en raison d'un éloignement géographique.
- 1 patient pour des raisons médicales : diagnostic d'une ischémie myocardique asymptomatique lors de la scintigraphie.

En raison du faible nombre de patients, de l'hétérogénéité de la population et des variations du protocole de réentraînement réalisé pour chaque patient, les résultats seront tout d'abord présentés de façon individuelle (Annexe 8). Pour chaque patient, le programme de réentraînement réalisé est décrit (Annexe 9). La fréquence cardiaque maximale moyenne des séances est comparée à la fréquence cardiaque au seuil déterminée par les épreuves d'effort initiale pour les premières séances et intermédiaire pour les séances réalisées après l'évaluation intermédiaire. Cela permet d'évaluer si le réentraînement a bien été réalisé à un niveau proche du seuil ventilatoire.

Les résultats de la population générale sont présentés dans une deuxième partie (Annexe 10).

3.2.1. Cas clinique 1

3.2.1.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. C. P., âgé de 39 ans, droitier, salarié d'une entreprise de transport, présente le 16.02.2008 un AVC ischémique sylvien droit total d'origine athéromateuse.

Les facteurs de risque cardiovasculaire sont un tabagisme, un mode de vie sédentaire, une dyslipidémie, une surcharge pondérale et des antécédents cardiovasculaires personnels (athérome coronarien) et familiaux (antécédents d'infarctus du myocarde pour ses parents et sa sœur).

A la phase aiguë, il présente une hémiparésie gauche proportionnelle, une hypoesthésie du membre supérieur gauche et des troubles cognitifs. Après l'hospitalisation en service de Neurologie, il bénéficie d'une prise en charge au CRF de Lay Saint Christophe comprenant notamment un travail sur cycloergomètre.

Lors de l'inclusion, à 3 mois post AVC, M. C. P. ne présente plus de déficit moteur en dehors d'une paralysie faciale centrale gauche. Il persiste des troubles cognitifs (anosognosie, négligence, troubles mnésiques et attentionnels) et des douleurs neuropathiques de l'hémicorps gauche.

Le programme comprend 41 séances à raison de 2 puis 3 séances par semaine pendant 4 mois. Les séances sont réalisées sur ergomètre à bras, tapis de marche, cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training) et rameur. La durée moyenne des séances est de 40 min. Deux ans avant l'AVC, M. C. P. a réalisé une épreuve d'effort sur cycloergomètre : la puissance maximale atteinte était de 200 W. En post AVC, l'épreuve d'effort réalisée avant l'inclusion est menée jusqu'à une puissance maximale de 160 W. La fréquence cardiaque maximale pendant les séances est proche de celle au seuil. L'observance pendant le programme est bonne et aucun évènement intercurrent n'est relevé.

A la fin du programme de réentraînement, la prise en charge est poursuivie dans le secteur professionnel jusqu'en avril 2009. L'évaluation à 3 mois a lieu pendant cette phase.

Après un stage en entreprise, une reprise professionnelle à mi-temps thérapeutique débute en mai 2009.

3.2.1.2. Résultats des évaluations

3.2.1.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

Lors de l'évaluation finale (T2), le masque utilisé présente des fuites, les paramètres dépendant de la mesure des échanges gazeux ne sont donc pas utilisables pour cette évaluation.

- Paramètres cardiovasculaires au repos

Il y a peu de variation des paramètres au repos entre les différentes évaluations : fréquence cardiaque au repos proche de 70 bpm.

Au début de la prise en charge, le traitement anti hypertenseur est majoré avec une augmentation de la dose de l'inhibiteur de l'enzyme de conversion. Lors de toutes les évaluations, la tension artérielle au repos correspond aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

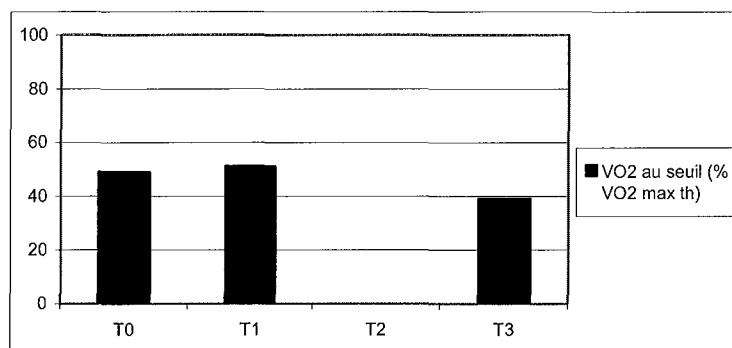


Figure 3 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. C. P. entre les différentes évaluations.

La VO₂ au seuil initiale (T0) est basse (49% de la VO₂ max théorique). Lors de l'évaluation intermédiaire (T1), il n'y a pas de modification. A 3 mois (T3), ce paramètre a tendance à diminuer (39% de la VO₂ max théorique).

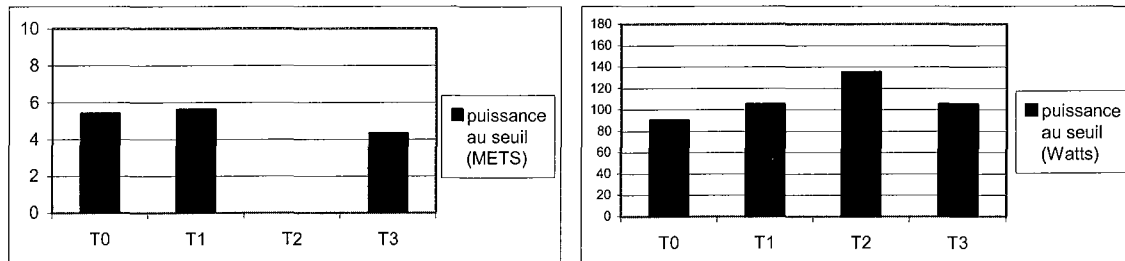


Figure 4 : Evolution de la puissance au seuil de M. C. P. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil mesurée en Watts augmente (+ 45 W) entre le début et la fin du programme. Cela est en faveur d'une amélioration de la capacité à l'effort à la fin du réentraînement qui n'a pas pu être mise en évidence par l'évaluation de la VO_2 en raison des difficultés techniques. A 3 mois, la puissance en Watts diminue également mais elle reste supérieure à la valeur initiale.

La puissance au seuil en METS a tendance à augmenter lors de l'évaluation intermédiaire. A 3 mois, elle est inférieure à la valeur initiale (- 1,1 METS).

La fréquence cardiaque au seuil a tendance à augmenter pendant le réentraînement : + 13 bpm. A 3 mois, elle est stable.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

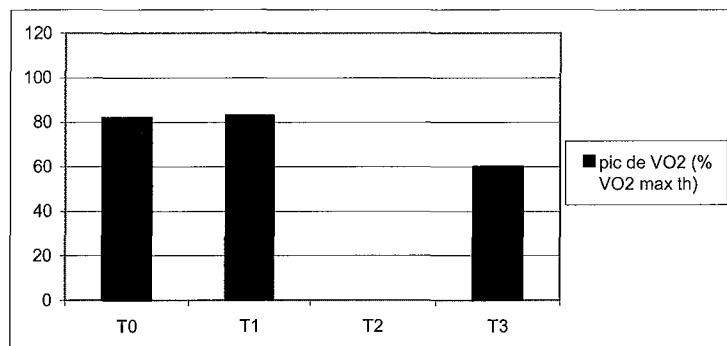


Figure 5 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. C. P. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial correspond à 82% de la VO_2 max théorique. Il y a peu d'évolution du pic de VO_2 au moment de l'évaluation intermédiaire. A 3 mois il a tendance à diminuer (60% de la VO_2 max théorique).

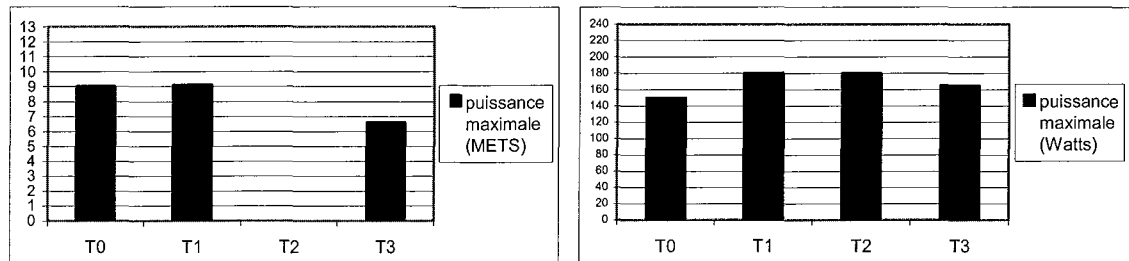


Figure 6 : Evolution de la puissance maximale de M. C. P. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale en Watts augmente pendant le réentraînement (+ 30 W).

Elle diminue à 3 mois en restant supérieure à la valeur initiale.

La fréquence cardiaque maximale varie peu entre les différentes évaluations. Tous les tests sont réalisés jusque 85% de la FMT, les pics de VO_2 peuvent donc être comparés.

La tension artérielle systolique maximale augmente initialement de 210 à 230 mmHg alors que la diastolique a tendance à diminuer. A 3 mois, la tension artérielle maximale reste stable.

- Critères d'arrêt du test

Les tests sont arrêtés soit en raison d'une dyspnée soit en raison d'une fatigue généralisée. Aucun trouble hémodynamique ou du rythme cardiaque n'est constaté.

3.2.1.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

A 3 mois, le sevrage tabagique est maintenu.

La surcharge pondérale persiste. Malgré un amaigrissement initial de 2 kg pendant le réentraînement, le poids de M. C. P. augmente entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois (+ 4 kg).

Le traitement hypolipémiant est majoré au moment de l'inclusion, en effet les résultats du bilan lipidique ne correspondent pas aux objectifs lors de l'évaluation initiale. A 3 mois, le bilan lipidique est équilibré.

3.2.1.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

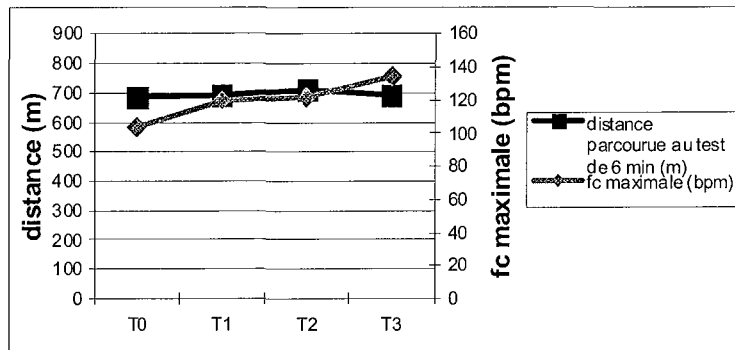


Figure 7 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. C. P. entre les différentes évaluations.

Pour M. C. P., la distance parcourue lors du test de 6 min initial est de 685 m. Pendant le réentraînement, cette distance varie peu : + 25 m à la fin du programme. A 3 mois, elle reste proche de la distance initiale.

A 3 mois, pour la même distance parcourue, la fréquence cardiaque maximale pendant le test est plus élevée (+ 30 bpm) que lors de l'évaluation initiale ce qui peut être en faveur d'une diminution de la capacité à l'effort à distance de l'arrêt du réentraînement.

3.2.1.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire a lieu pendant une semaine de suspension thérapeutique.

- Durée d'éveil

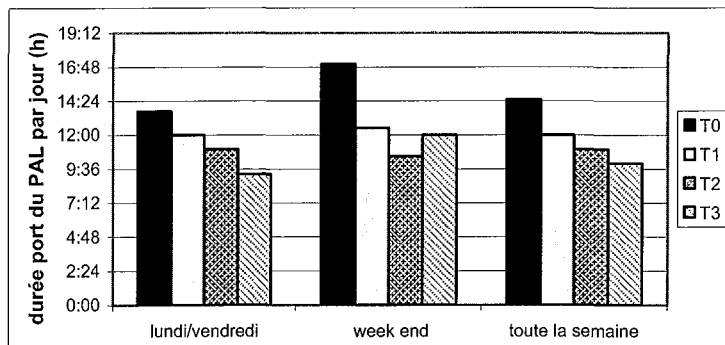


Figure 8 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. C. P. entre les différentes évaluations.

En dehors de la mesure initiale, il y a peu de différence de la durée d'éveil entre les jours de semaine et de week-end. La durée d'éveil diminue tout au long des évaluations aussi bien en semaine que le week-end (- 4h30).

Deux hypothèses peuvent expliquer cette évolution :

- diminution effective du temps de veille.
- diminution de la compliance à la mise en place de l'accéléromètre au fur et à mesure des évaluations (oubli, lassitude ?).

- Nombre de pas

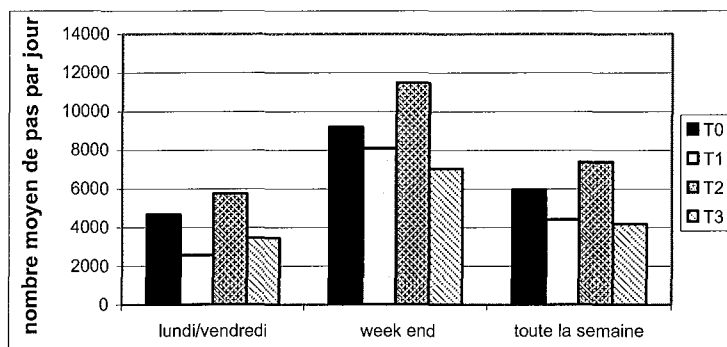


Figure 9 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. C. P. entre les différentes évaluations.

Le nombre moyen de pas par jour est plus important pendant le week-end lors de toutes les évaluations.

Pendant le réentraînement, le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine diminue initialement (- 1500 pas/j par rapport à la valeur initiale) puis augmente (+ 1500 pas/j par rapport à la valeur initiale). Il reste inférieur à 10 000 pas/j.

L'évolution du nombre de pas rapporté à la durée de port de l'accéléromètre est identique : initialement - 50 pas/h puis + 260 pas/h par rapport à la valeur initiale.

Ces améliorations ne sont pas maintenues à 3 mois : le nombre de pas par jour sur l'ensemble de la semaine est alors inférieur à la valeur initiale (- 1700 pas/j) et le nombre moyen de pas par heure est proche de la valeur initiale.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » est de 0% pour toutes les évaluations en dehors de l'évaluation en fin de réentraînement (11%).

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche la plus fréquente ne varie pas : 100 à 110 pas/min.

- Evolution des périodes d'activité

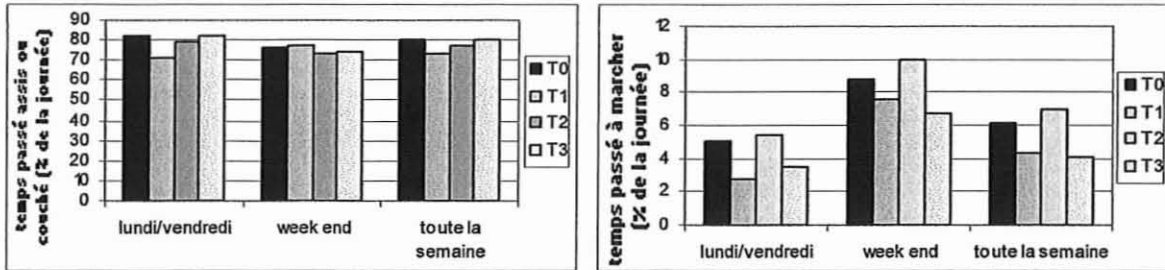


Figure 10 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. C. P. entre les différentes évaluations.

Pour toutes les évaluations, le pourcentage de temps assis ou couché est moins important pendant le week-end. Il existe une tendance à la diminution du temps moyen passé assis ou couché pendant le réentraînement (de 80% à 77,4%) avant un retour à la valeur initiale à 3 mois.

Lors de toutes les évaluations, M. C. P. le temps passé à marcher est plus important le week-end que la semaine. Après une diminution lors de l'évaluation intermédiaire, le pourcentage de temps passé à marcher sur l'ensemble de la semaine a tendance à augmenter (de 6% à 7%) pendant le réentraînement alors que la durée de port de l'accéléromètre diminue. A 3 mois, cette amélioration n'est pas maintenue et les valeurs sont inférieures aux valeurs initiales.

Activité rapportée par le patient

Lors de l'évaluation initiale, M. C. P. ne décrit pas d'activité physique régulière.

A la fin du programme, il rapporte avoir repris ses activités antérieures (bricolage, maîtrechien) et marcher 1h tous les jours.

A 3 mois, l'activité physique décrite par le patient est la marche pendant 1h à 1h30 par jour à vitesse rapide.

Lors de l'étude des données obtenues à 3 mois avec l'ActivPAL™, les périodes d'activité décrites ne sont pas retrouvées. En dehors des tracés de l'évaluation en fin de traitement, les tracés ne comportent aucune période de marche continue de plus de 15 min. L'absence de maintien des capacités à l'effort à 3 mois est plutôt en faveur d'une non-observance de l'activité physique régulière conseillée qu'en faveur d'un oubli de mise en place de l'accéléromètre.

La discordance entre l'activité décrite et celle mesurée peut être en partie liée à l'existence de troubles cognitifs et en particulier à l'anosognosie.

Le score à l'échelle de Frenchay à 3 mois est de 22. Ce score faible peut s'expliquer par l'absence de réalisation de certaines AVJ (ménage, vaisselle...), que M. C. P. ne réalisait déjà pas avant l'AVC.

3.2.1.2.5. Evolution de la qualité de vie

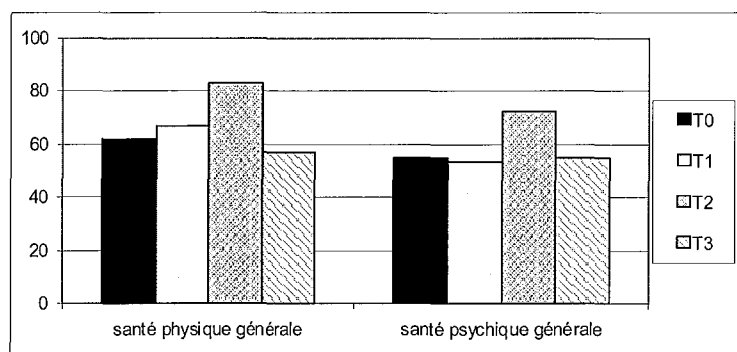


Figure 11 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. C. P. lors des différentes évaluations.

La qualité de vie initiale est faible. Pendant le réentraînement, il existe une tendance à l'amélioration progressive de la qualité de vie à la fois pour la santé physique (+ 21/100) et pour la santé psychique (+ 17/100). A distance de l'arrêt du programme, ces scores diminuent et sont proches de leur valeur initiale.

Le patient poursuivant des soins dans le Centre, la diminution observée de la qualité de vie ne peut pas être rapportée à l'arrêt de la prise en charge.

Des événements intercurrents peuvent cependant influencer les résultats observés :

- au moment de l'évaluation intermédiaire, le père de M. C. P. est hospitalisé.
- à 3 mois, M. C. P. rapporte une prise de conscience des difficultés concernant la reprise de son travail antérieur qui peut participer à une diminution du score de santé psychique. Il existe également lors de cette évaluation une augmentation des douleurs neuropathiques pour lesquelles le traitement antalgique est majoré.

3.2.1.2.6. Evolution de la fatigue

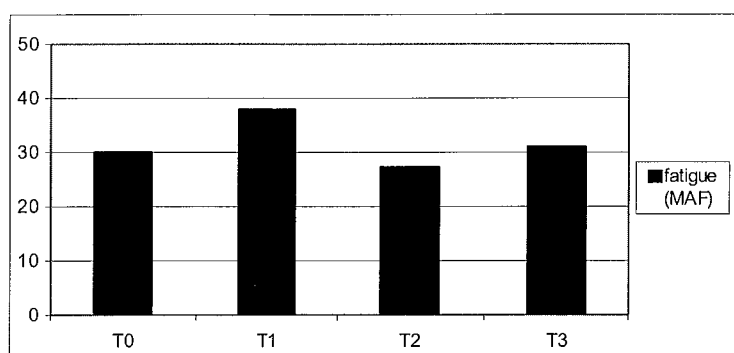


Figure 12 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. C. P. lors des différentes évaluations.

Initialement, M. C. P. décrit une fatigue importante (MAF : 30/50). Après une augmentation initiale, la fatigue a tendance à diminuer pendant le réentraînement : au moment de l'évaluation finale, la MAF est de 27. Après l'arrêt du réentraînement, la fatigue a tendance à se majorer et le score de MAF est proche du score initial.

Initialement M. C. P. présente un déconditionnement important avec des capacités au seuil et maximale basses.

La majoration de la fatigue et la diminution d'activité lors de l'évaluation intermédiaire peuvent être liées à un début de réentraînement souvent difficile et aux évènements familiaux.

A la fin du réentraînement, il existe une tendance à l'augmentation de la capacité à l'effort, de la qualité de vie et de l'activité en milieu ordinaire. La fatigue diminue. L'endurance à la marche est peu modifiée mais elle est élevée initialement.

A 3 mois, aucune des modifications observées n'est maintenue : la capacité physique et le niveau d'activité en milieu ordinaire sont inférieurs à leur niveau initial et la puissance maximale en Watts diminue.

Le travail en endurance réalisé pendant sa prise en charge au CRF de Lay Saint Christophe peut expliquer en partie que la capacité à l'effort initiale soit supérieure à celle observée à 3 mois de l'arrêt. D'autre part, après la fin du programme de réentraînement, M C. P. n'a vraisemblablement pas poursuivi une activité physique régulière ce qui a pu participer à une diminution de sa capacité à l'effort.

L'absence de poursuite d'une activité peut être liée à l'habitude d'un mode de vie sédentaire et à l'anosognosie qui peuvent limiter l'efficacité d'un programme d'éducation thérapeutique.

3.2.2. Cas clinique 2

3.2.2.1. Présentation de la patiente et du traitement réalisé

Mme B. V., 45 ans, droitère, approvisionneuse dans un centre commercial, présente le 27.08.2007 un AVC ischémique sylvien gauche. Le bilan étiologique de l'AVC reste négatif. Les facteurs de risque retrouvés sont un tabagisme, une surcharge pondérale, un style de vie sédentaire et des antécédents cardiovasculaires familiaux (coronaropathie et artérite des membres inférieurs chez son père). Dans les suites de l'AVC, Mme B. V. présente des troubles du comportement alimentaire qui entraînent une prise de poids : + 22 kg et à 3 mois de l'AVC, elle est obèse (IMC = 34).

Initialement, Mme B. V. présente un déficit hémicorporel droit à prédominance brachio-faciale, une aphasie et un syndrome de Gerstmann. A la phase aiguë, elle est traitée par thrombolyse. Elle bénéficie ensuite d'une prise en charge au CRF de Lay Saint Christophe jusqu'en décembre 2008, période durant laquelle un travail sur cycloergomètre est réalisé.

Lors de l'inclusion, elle présente un déficit sensitif distal du membre supérieur droit minime sans retentissement fonctionnel. Il persiste des troubles phasiques (troubles de la compréhension écrite) et cognitifs (anosognosie, éléments d'un syndrome dysexécutif, troubles mnésiques et attentionnels).

Le programme débute à 9 mois post AVC. Après 6 séances de réentraînement, elle fait une chute à domicile, responsable d'une entorse du ligament latéral externe de la cheville gauche qui est traitée orthopédiquement. Le programme est interrompu pendant 2,5 mois. Au total, Mme B. V. bénéficie de 47 séances de réentraînement à raison de 3 puis 4 séances par semaine sur une période de 5,5 mois. Le travail est réalisé sur tapis de marche, cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training) et ergomètre à bras. La durée moyenne des séances est de 45 min. Le travail est réalisé à un niveau de fréquence cardiaque maximale pendant les séances correspondant à 78% de la fréquence cardiaque au seuil, ce qui est au niveau initialement fixé : lors de l'augmentation de charge pendant les séances, la patiente signale une fatigue des membres inférieurs. Cependant le niveau de travail lors des dernières séances sur cycloergomètre à charge constante est proche du niveau

énergétique correspondant au seuil. L'observance pendant le programme est bonne et aucun évènement intercurrent ne survient pendant les séances.

A la fin du réentraînement, Mme B. V. poursuit une prise en charge dans le secteur professionnel. Elle bénéficie d'une séance collective d'activité physique encadrée (vélo, marche) 1 heure par semaine. L'évaluation à 3 mois a lieu pendant cette phase.

Une réorientation professionnelle est en cours en raison d'une inaptitude au poste antérieur due aux troubles cognitifs.

3.2.2.2. Résultats des évaluations

3.2.2.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

Il y a peu de variation des paramètres au repos entre les différentes évaluations : la fréquence cardiaque au repos a tendance à augmenter : + 12 bpm.

Lors de toutes les évaluations, la tension artérielle au repos est inférieure aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

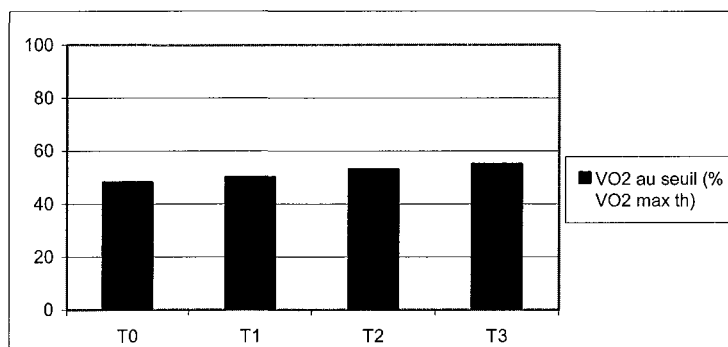


Figure 13 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

La VO₂ au seuil initiale est basse (48% de la VO₂ max théorique). Pendant le programme, elle augmente progressivement jusque 53% de la VO₂ max théorique. A 3 mois, cette amélioration se poursuit avec une VO₂ au seuil à 55% de la VO₂ max théorique.

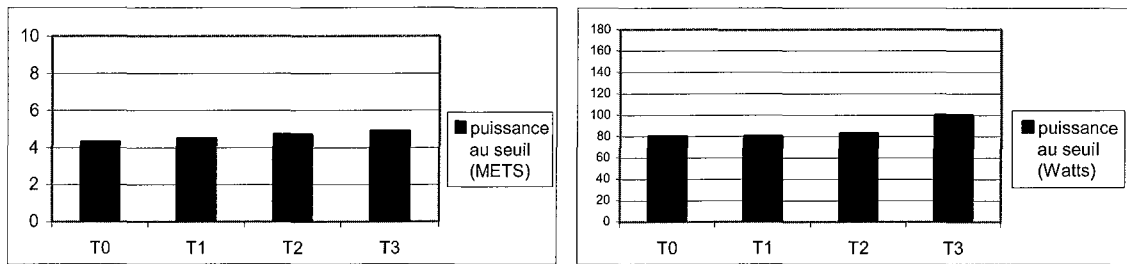


Figure 14 : Evolution de la puissance au seuil de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil augmente peu (+ 0,5 METS) pendant le programme. A 3 mois, elle est stable.

La puissance en Watts augmente peu pendant le programme. Entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois, elle progresse de 20 W.

La fréquence cardiaque au seuil varie peu entre les évaluations. Elle est proche de 135 bpm.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

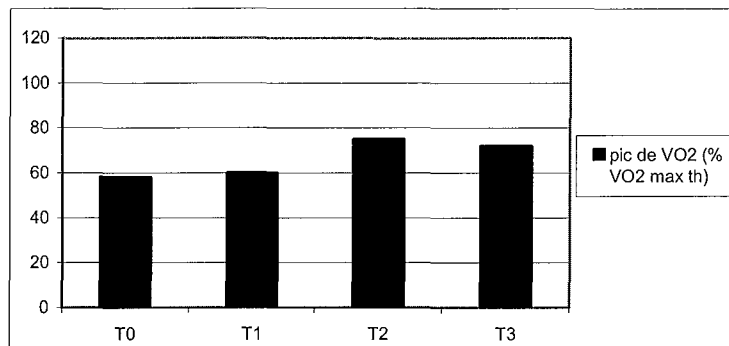


Figure 15 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial est faible et correspond à 58% de la VO_2 max théorique. Pendant le programme, il augmente progressivement jusque 75% de la VO_2 max théorique. A 3 mois, le pic de VO_2 diminue mais reste supérieur à la valeur initiale (72% de la VO_2 max théorique).

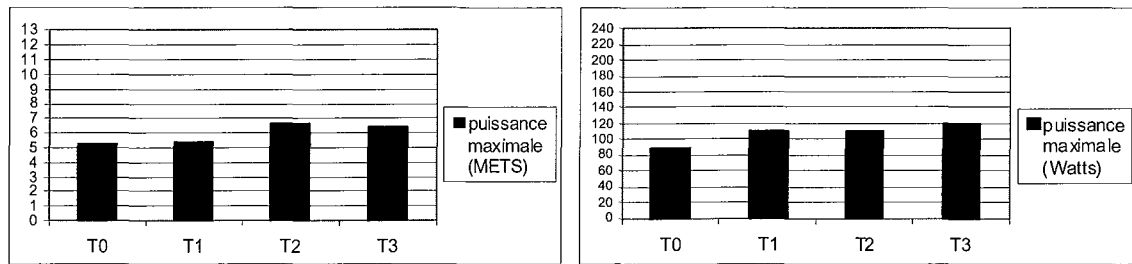


Figure 16 : Evolution de la puissance maximale de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale augmente de 1,5 METS (+ 20 W) pendant le programme. A 3 mois, la puissance en METS est stable alors que la puissance maximale évaluée en Watts continue d'augmenter (+ 10 W).

Toutes les épreuves d'effort sont maximales réalisées jusque 85% ou plus de la FMT : les fréquences maximales atteintes étant proches, les pics de VO_2 sont comparables.

La tension artérielle maximale pendant l'effort a tendance à diminuer : de 190/100 mmHg initialement à 180/75 mmHg à 3 mois.

- Critères d'arrêt du test

Les tests sont arrêtés soit en raison d'une dyspnée soit en raison d'une fatigue généralisée. Aucun trouble hémodynamique ou du rythme cardiaque n'est constaté.

3.2.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

Le sevrage tabagique est maintenu à 3 mois.

Les résultats du bilan lipidique initial sont supérieurs aux objectifs, le traitement par statine est majoré et à 3 mois les résultats du bilan lipidique correspondent aux objectifs.

Pendant la période d'interruption du programme liée à l'entorse, le poids de Mme B. V. augmente de 3 kg. A 3 mois, il est stable et Mme B. V. présente une obésité (IMC = 34). Une prise en charge nutritionnelle dans un service spécialisé est prévue.

3.2.2.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

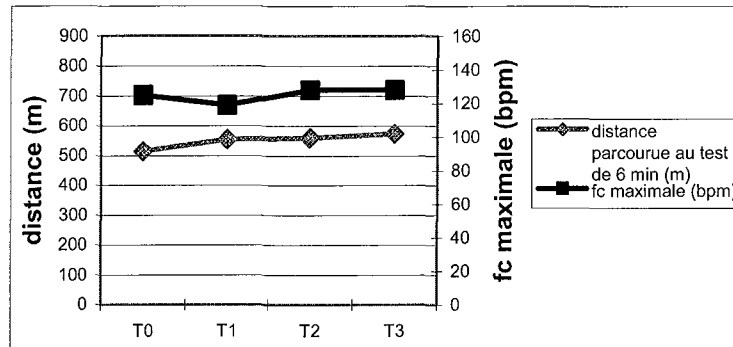


Figure 17 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

Initialement, la distance parcourue en 6 min est de 555 m. Pendant le réentraînement, cette distance augmente progressivement de 45 m. A 3 mois, l'augmentation se poursuit : + 60 m par rapport à la valeur initiale.

La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant le test varie peu.

3.2.2.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

Les mesures utilisées comme valeurs initiales sont celles réalisées au moment de la reprise du protocole après l'entorse car lors des mesures réalisées avant le début du réentraînement, l'accéléromètre n'a fonctionné que 2 jours.

L'évaluation intermédiaire a lieu pendant une semaine de suspension thérapeutique.

Durant l'évaluation réalisée en fin de réentraînement, Mme B. V. signale qu'elle a enlevé à deux reprises l'accéléromètre pendant 1 à 2 h en raison de difficultés à le maintenir en place. Cela peut entraîner une sous-estimation du nombre de pas et de l'activité pour cette évaluation.

- Durée d'éveil

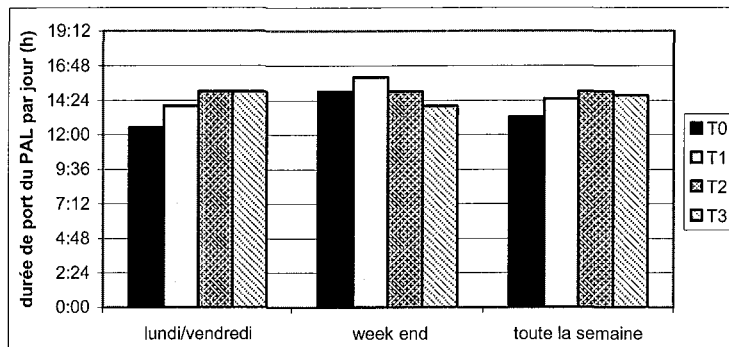


Figure 18 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

En fonction des évaluations, le port de l'accéléromètre est plus important soit pendant la semaine soit pendant le week-end. La durée moyenne de port augmente pendant le réentraînement : + 1h45. A 3 mois, elle diminue mais reste supérieure à la durée initiale.

- Nombre de pas

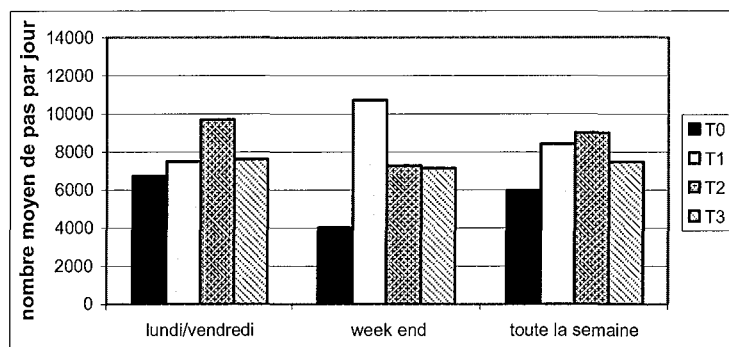


Figure 19 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

Il n'y a pas de tendance en faveur d'une activité plus importante en semaine ou le week-end. Cela varie en fonction des évaluations.

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine augmente pendant le programme : + 3000 pas/j. A 3 mois, il diminue mais reste supérieur à la valeur initiale (+ 1500 pas/j). Lors de toutes les évaluations, le nombre moyen de pas est inférieur à 10 000 pas/j.

Le moyen nombre de pas par heure de port augmente également pendant le programme : + 150 pas/h de port. Il diminue à 3 mois mais reste supérieur à la valeur initiale.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » est peu élevé lors des différentes évaluations : en fin de réentraînement il est de 0% et à 3 mois de 10%. L'observance est faible.

- Cadence de marche préférentielle

Elle varie peu : de 90-100 pas/min à 100-110 pas/min selon les évaluations.

- Evolution des périodes d'activité

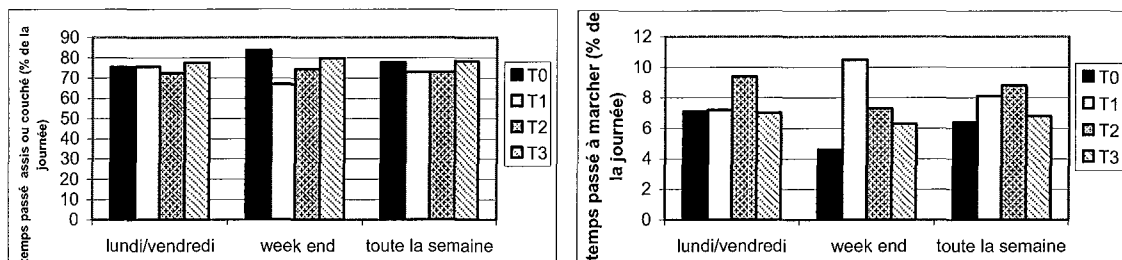


Figure 20 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

Pour Mme B. V., l'activité ne semble pas liée au moment de la semaine.

Le pourcentage de temps passé assise ou couchée a tendance à diminuer pendant le programme : - 4% entre le début et la fin du réentraînement. A 3 mois, il est supérieur à la valeur initiale (+ 0,5%).

Le temps passé à marcher augmente pendant le réentraînement (+ 2,4%) et diminue après : la valeur à 3 mois reste supérieure à la valeur initiale.

Activité rapportée par la patiente

Initialement, Mme. B. V. ne décrit pas d'activité physique régulière.

A la fin du programme, elle marche 30 min par jour, fait du vélo une fois par semaine et du stepper 20 min par jour.

A 3 mois, elle poursuit la marche 30 min par jour et la pratique du vélo une heure par semaine.

Cependant, les périodes de marche décrites ne sont pas retrouvées sur les tracés d'accélérométrie à 3 mois : il n'y a qu'une période de marche continue de plus de 30 min sur la semaine.

A 3 mois, le score de l'échelle de Frenchay est de 28, Mme B. V. ne réalise pas les tâches ménagères les plus sollicitantes.

3.2.2.2.5. Evolution de la qualité de vie

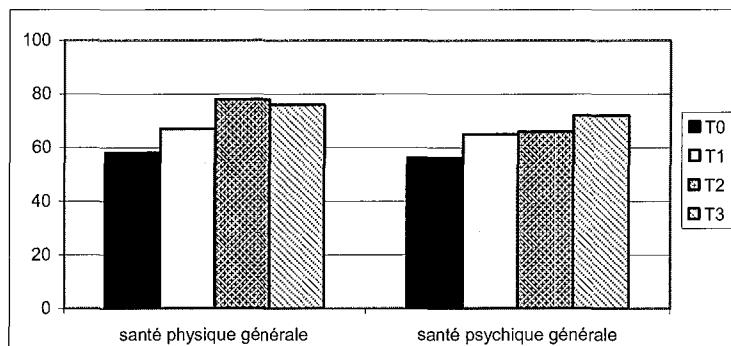


Figure 21 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

La qualité de vie initiale est faible. Les scores de qualité de vie augmentent pendant le programme : + 20/100 pour la santé physique générale et + 10/100 pour la santé psychique générale entre le début et la fin du réentraînement. A 3 mois, le score de santé physique est stable et le score de santé psychique continue d'augmenter : + 6/100.

3.2.2.2.6. Evolution de la fatigue

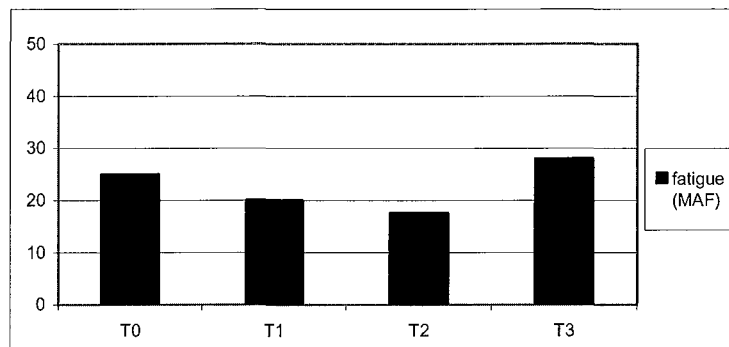


Figure 22 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.

Le niveau de fatigue initial est modéré (MAF à 25/50). Pendant le programme, le niveau de fatigue diminue progressivement : MAF à 17.5 lors de l'évaluation finale. A 3 mois, la fatigue augmente (MAF à 28) et devient plus importante qu'initialement. Cette évaluation est réalisée dans les suites immédiates d'un stage de 15 jours en entreprise ce qui a pu influencer la fatigue ressentie.

Initialement, Mme B. V. présente un déconditionnement important à la fois sur la capacité à l'effort au seuil et maximale.

Pendant le programme, il existe une diminution de la fatigue et une amélioration de la qualité de vie et de l'endurance à la marche. L'activité en milieu ordinaire augmente. Malgré un niveau de travail pendant les séances inférieur à celui fixé, la capacité à l'effort augmente. C'est principalement la capacité à l'effort maximale qui progresse ; cela peut être lié à un travail sur cycloergomètre réalisé essentiellement en mode interval training.

A 3 mois, l'amélioration de la qualité de vie se poursuit. L'activité en milieu ordinaire a tendance à diminuer mais la capacité à l'effort se maintient au niveau post réentraînement immédiat. La poursuite d'une activité physique encadrée peut participer à ce maintien.

L'existence de troubles cognitifs et de troubles du comportement alimentaire et la sédentarité antérieure limitent probablement l'observance d'une activité physique autonome régulière et des règles hygiéno-diététiques.

3.2.3. Cas clinique 3

3.2.3.1. Présentation de la patiente et du traitement réalisé

Mme M. M., âgée de 44 ans, droitière, agent d'entretien et aide ménagère présente le 11.11.2006 un AVC ischémique sylvien superficiel droit. Le bilan étiologique de l'AVC reste négatif.

Les seuls facteurs de risque retrouvés sont un tabagisme associé à un traitement contraceptif oral.

Avant l'AVC, Mme M. M. pratique la marche comme loisirs, activité qu'elle souhaiterait reprendre.

A la phase aiguë, elle bénéficie d'une thrombolyse. Elle est ensuite prise en charge au CRF de Lay Saint Christophe jusqu'en février 2007.

Initialement, elle présente un déficit moteur hémicorporel gauche proportionnel, des troubles sensitifs de l'hémicorps gauche et une négligence spatiale gauche.

Lors de l'inclusion, il persiste un déficit moteur sévère du membre supérieur gauche qui est non fonctionnel (testing musculaire : distal à 0 et proximal à 2 selon Daniels [202]).

Le programme débute 19 mois après l'AVC. Le programme comprend 18 séances à raison de 4 par semaine pendant 1,5 mois. La durée moyenne des séances est de 45 min. Les séances sont réalisées sur tapis de marche et cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training). La fréquence cardiaque maximale pendant les séances est proche de la fréquence cardiaque au seuil. L'observance et la tolérance au programme sont bonnes.

Le réentraînement est interrompu pour la réalisation d'un stage professionnel qui devait être suivi d'une reprise professionnelle à mi-temps dans le cadre d'une invalidité de 1^{ère} catégorie. La reprise professionnelle n'étant pas réalisable, Mme M. M. est actuellement en invalidité 2^{ème} catégorie.

3.2.3.2. Résultats des évaluations

3.2.3.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

Lors des épreuves d'effort, les paramètres choisis pour la progression de l'effort ne sont probablement pas optimaux : la durée de toutes les épreuves d'effort est inférieure à 5 min. La progression de la charge est probablement trop rapide et trop importante. C'est particulièrement le cas pour l'épreuve réalisée en fin de réentraînement qui est sous-maximale (76% de la FMT). Cela peut entraîner une sous-estimation des paramètres mesurés, en particulier des paramètres maximaux.

- Paramètres cardiovasculaires au repos

Ils varient peu lors des différentes évaluations. La f_c au repos est proche de 80 bpm. La tension artérielle de repos répond aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

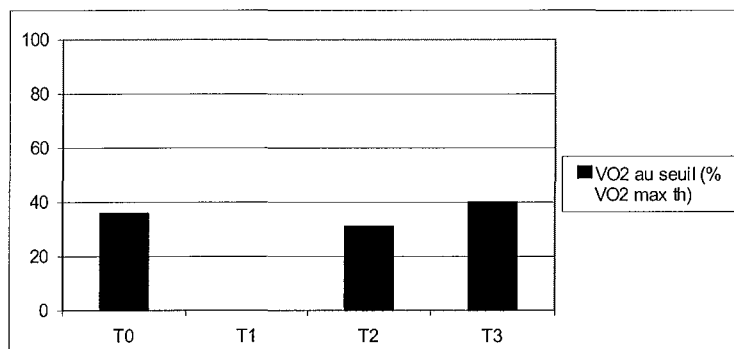


Figure 23 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

La VO₂ au seuil initiale correspond à 36% de la VO₂ max théorique. Lors de l'évaluation finale, elle diminue à 31% (possible sous-estimation). A 3 mois, elle augmente mais reste faible : 40% de la VO₂ max théorique.

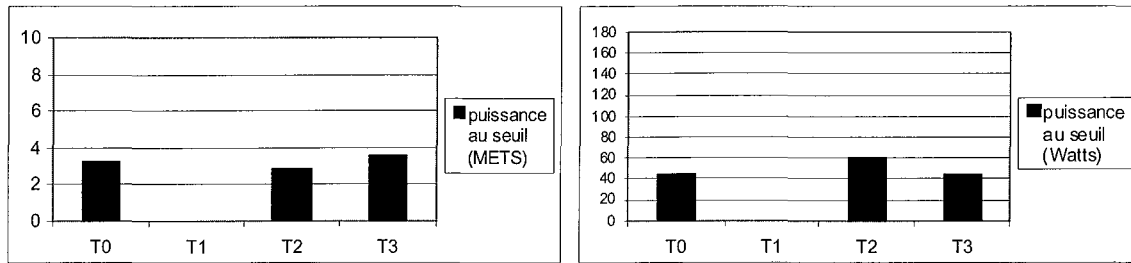


Figure 24 : Evolution de la puissance au seuil de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Initialement, la puissance au seuil (en Watts) est basse ; elle augmente de 15 W pendant le programme puis diminue avec une valeur à 3 mois proche de la valeur initiale.

La puissance au seuil (en METS) diminue pendant le réentraînement (- 0,5 METS). Elle augmente à 3 mois mais reste faible : 3,6 METS. En fin de réentraînement, le niveau énergétique de travail (en METS) à charge constante sur cycloergomètre est supérieur à la puissance retrouvée pour le seuil avec une fréquence cardiaque proche de celle au seuil : cela conforte l'hypothèse d'une sous-estimation lors des mesures finales.

La fréquence cardiaque au seuil varie peu : proche de 110 bpm.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

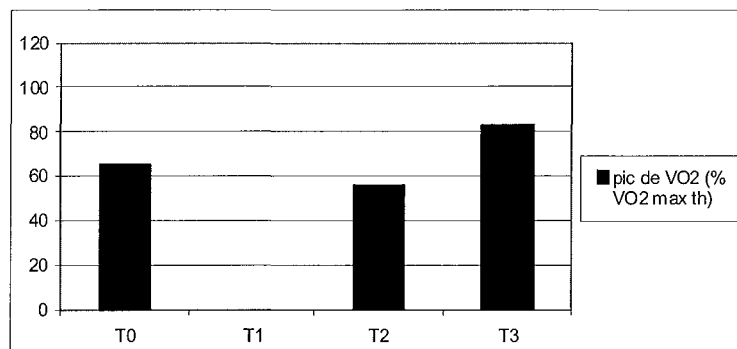


Figure 25 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial est bas (65% de la VO_2 max théorique). Il diminue pendant le programme (probable sous-estimation) puis augmente jusque 83% à 3 mois.

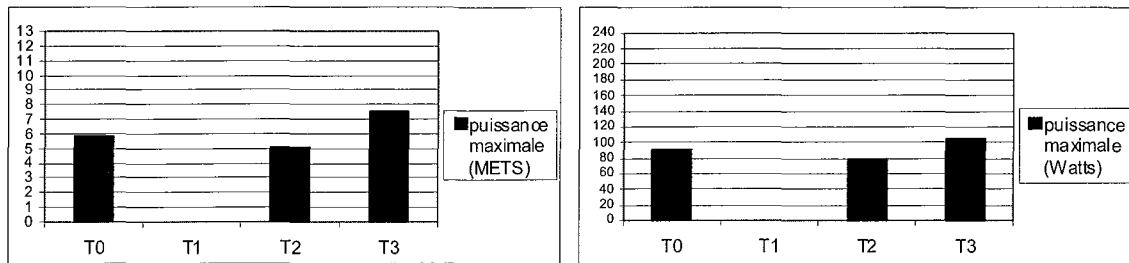


Figure 26 : Evolution de la puissance maximale de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Après une diminution pendant le programme (- 0,8 METS entre le début et la fin du programme), la puissance maximale augmente à 3 mois (+ 2,6 METS par rapport à la valeur initiale).

L'évolution de la puissance en Watts est identique : à 3 mois, elle reste faible : 105 W.

La fréquence cardiaque maximale atteinte diminue lors de l'évaluation en fin de réentraînement. Cela peut être lié au protocole de progression de charge choisi. Lors des 2 autres évaluations, la fréquence cardiaque maximale atteinte est supérieure à 85% de la FMT. La tension artérielle à l'effort est faible initialement (140/70 mmHg). Elle augmente progressivement jusque 190/115 mmHg à 3 mois.

- Critères d'arrêt du test

Les tests sont arrêtés soit en raison d'une fatigue généralisée soit en raison d'une dyspnée. Aucun trouble hémodynamique ou du rythme cardiaque n'est constaté.

3.2.3.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

A 3 mois, le sevrage tabagique est maintenu.

Le poids de Mme M. M. augmente de 2 kg mais son indice de masse corporelle reste dans la norme.

Le bilan lipidique et la tension artérielle sont équilibrés.

3.2.3.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

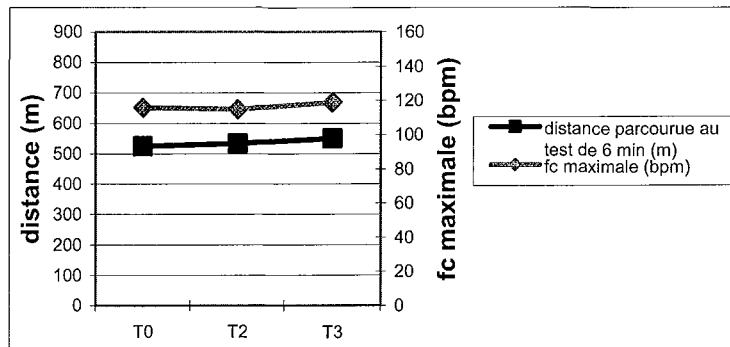


Figure 27 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min par Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Le périmètre de marche initial est de 525 m. Pendant le réentraînement, il augmente peu. A 3 mois, il progresse de 25 m par rapport à la distance initiale avec une fréquence cardiaque maximale pendant le test qui ne varie pas entre les évaluations.

3.2.3.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

- Durée d'éveil

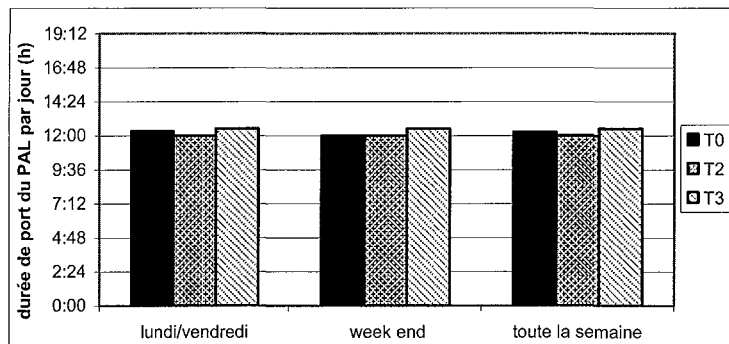


Figure 28 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Il n'y a pas de différence de durée de port de l'accéléromètre entre les jours de semaine et de week-end : environ 12 h/j. Cette durée varie peu entre les différentes évaluations (+/- 15 min).

- Nombre de pas

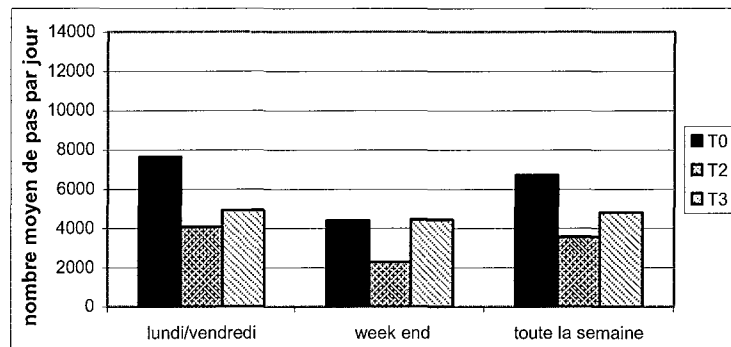


Figure 29 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Pour toutes les évaluations, le nombre moyen de pas par jour est plus important en semaine.

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine a tendance à diminuer pendant le réentraînement (- 3000 pas/j). La majoration de la fatigue liée au stage professionnel réalisé les semaines précédant l'évaluation peut influencer l'activité en milieu ordinaire. A 3 mois, le nombre moyen de pas augmente mais reste inférieur à la valeur initiale (- 2000 pas/j par rapport à la mesure initiale).

Le nombre moyen de pas par heure de port présente la même évolution.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » est de 0% en fin de réentraînement et à 3 mois.

- Cadence de marche préférentielle

Pendant le programme, elle diminue de 20 pas/min et à 3 mois, elle augmente de 20 pas/min par rapport à la mesure initiale.

- Evolution des périodes d'activité

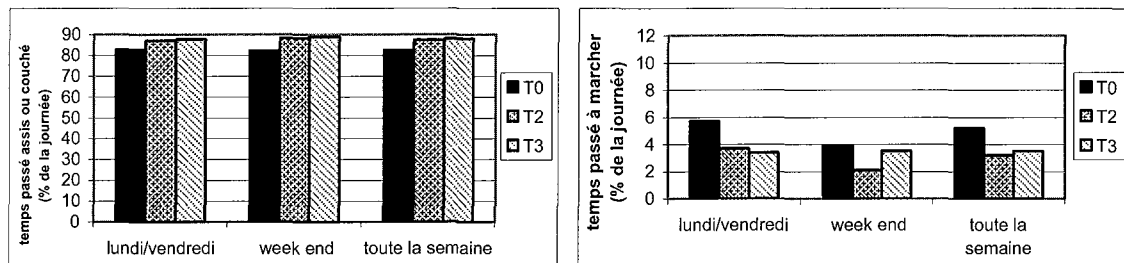


Figure 30 : Evolution des pourcentages moyens de temps total passé assis/couché ou à marcher (%) pour Mme. M. M. entre les différentes évaluations.

Le pourcentage de temps passé assise ou couchée augmente progressivement entre les différentes évaluations : + 4% entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois alors que le temps d'éveil varie peu.

Le pourcentage de temps passé à marcher est faible (5,2%) : il diminue lors de l'évaluation en fin de programme (- 2%) et augmente à nouveau à 3 mois en restant inférieur à la valeur initiale.

Activité rapportée par la patiente

Lors de l'évaluation initiale, Mme M. M. ne rapporte pas d'activité physique régulière.

A la fin du programme, elle fait du vélo d'appartement 20 min/j.

A 3 mois, elle n'a pas repris la marche comme loisir mais poursuit la pratique du vélo d'appartement 20 min/j. Sur les tracés d'accélérométrie de l'évaluation à 3 mois, des périodes d'activité physique continue de 15 min sont retrouvées tous les jours à horaire fixe: il peut s'agir de la séance quotidienne de vélo décrite par la patiente.

L'absence de reprise de la marche comme activité de loisirs peut être liée à des modifications de l'environnement familial : avant l'AVC, Mme M. M. marchait avec son mari ; or il présente actuellement des déficiences qui limitent son périmètre de marche.

A 3 mois, le score de l'échelle de Frenchay est de 34.

3.2.3.2.5. Evolution de la qualité de vie

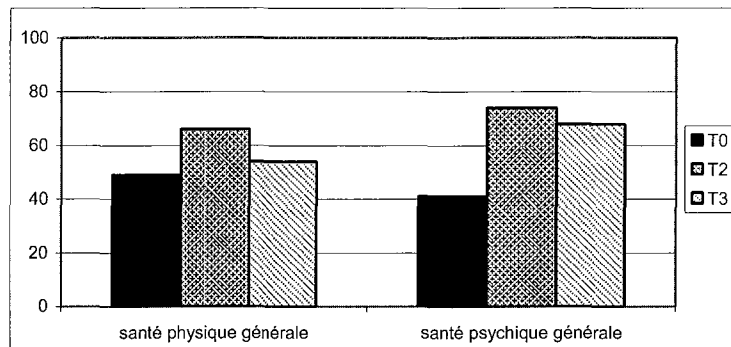


Figure 31 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour Mme. M. M. lors des différentes évaluations.

Les scores initiaux de qualité de vie sont bas. Pendant le réentraînement, ces scores augmentent : + 17/100 pour la santé physique et + 33/100 pour la santé psychique. A 3 mois, ces scores diminuent mais restent supérieurs aux valeurs initiales.

Plusieurs éléments peuvent expliquer cette évolution :

- un bilan diagnostique pour une suspicion de tumeur maligne est en cours de réalisation lors de l'évaluation à 3 mois.
- l'arrêt des soins et la confrontation aux difficultés professionnelles (démarche en cours pour l'invalidité de 2^{ème} catégorie).

3.2.3.2.6. Evolution de la fatigue

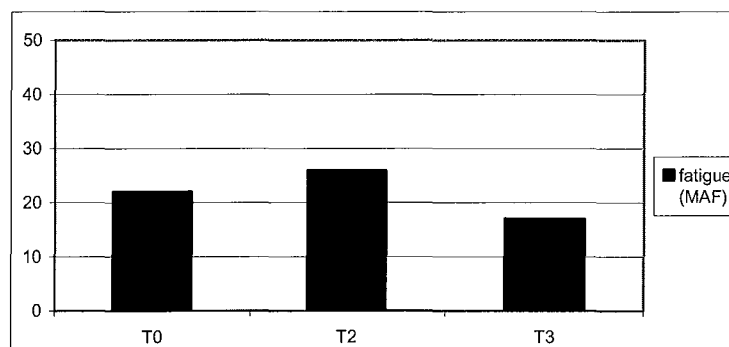


Figure 32 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour Mme. M. M. lors des différentes évaluations.

La fatigue initiale est modérée (MAF à 22). En fin de réentraînement, la fatigue augmente (MAF à 26). Le stage en entreprise peut participer à cette majoration. A 3 mois, la fatigue diminue (MAF à 17).

Initialement, Mme M. M. a une capacité à l'effort faible, au seuil et maximale.

Il y a peu de modification de la capacité à l'effort après les séances (probable sous-estimation). L'activité en milieu ordinaire a tendance à diminuer et la fatigue augmente. Certains événements indépendants du réentraînement peuvent influencer ces évolutions. La qualité de vie a tendance à s'améliorer.

A 3 mois, il existe une tendance à l'amélioration de la capacité à l'effort en particulier maximale (biais lié aux erreurs de mesure lors de l'évaluation finale ?). L'activité en milieu ordinaire reste faible : la durée des périodes d'activité continue est inférieure à ce qui est recommandé.

3.2.4. Cas clinique 4

3.2.4.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. M. H., 58 ans, droitier, réceptionnaire en cristallerie présente le 24.09.2007 un AVC ischémique sylvien droit secondaire à une thrombose de l'artère carotide interne droite.

Les facteurs de risque retrouvés sont une sédentarité, une hypertension artérielle, une surcharge pondérale et une dyslipidémie. Il existe des lésions athéromateuses non symptomatiques au niveau des artères fémorales.

Initialement, il présente une hémiplégie gauche à prédominance brachio-faciale associée à une négligence et des troubles attentionnels. Après la phase initiale, il bénéficie jusqu'en février 2008 d'une prise en charge au CRF de Lay Saint Christophe qui comprend un travail sur cycloergomètre en fin de séjour.

Lors de l'inclusion, il persiste un déficit sensitivo-moteur sévère du membre supérieur gauche (testing musculaire en proximal à 2 et en distal à 1 selon Daniels [202]) qui est non fonctionnel et un déficit moteur modéré du membre inférieur prédominant en distalité (testing musculaire distal à 2 et proximal à 4 selon Daniels [202]). La marche est possible avec un releveur américain et l'utilisation d'une canne simple à l'extérieur. Il existe une spasticité de l'hémicorps gauche traitée par baclofène per os et injections de toxine botulique au niveau du membre supérieur.

Le programme débute 9 mois après l'AVC ; il comporte 42 séances à raison de 3 par semaine pendant 3,5 mois. Les séances sont réalisées sur tapis de marche, cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training) et ergomètre à bras. La fréquence cardiaque pendant les séances est proche de la fréquence cardiaque au seuil. L'observance et la tolérance au programme sont bonnes.

Au niveau professionnel, M. M. H. est en invalidité 2^{ème} catégorie. Il vit avec sa mère et bénéficie d'aides humaines (1h par jour).

3.2.4.2. Résultats des évaluations

3.2.4.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

Le traitement anti hypertenseur comprend un bêta bloquant. La posologie de ce traitement n'est pas modifiée entre les différentes évaluations : les fréquences cardiaques mesurées lors des différentes évaluations peuvent donc être comparées. La fréquence cardiaque au repos est basse (60 bpm), cela est dû au traitement par bêta bloquant. Elle ne varie pas entre les différentes évaluations.

La tension artérielle au repos correspond aux objectifs. Elle diminue lors de l'évaluation intermédiaire : cela peut être dû à la majoration du traitement par inhibiteur de l'enzyme de conversion.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

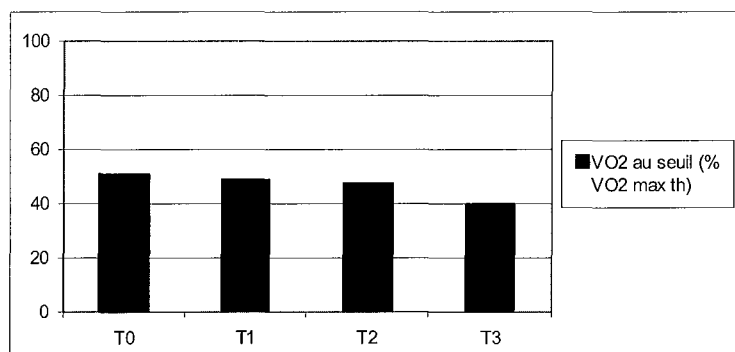


Figure 33 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. M. H. entre les différentes évaluations.

La VO₂ au seuil initiale correspond à 51% de la VO₂ max théorique. Pendant le programme, elle a tendance à diminuer : 48% de la VO₂ max théorique en fin de programme. Cette diminution se poursuit à 3 mois (40% de la VO₂ max théorique).

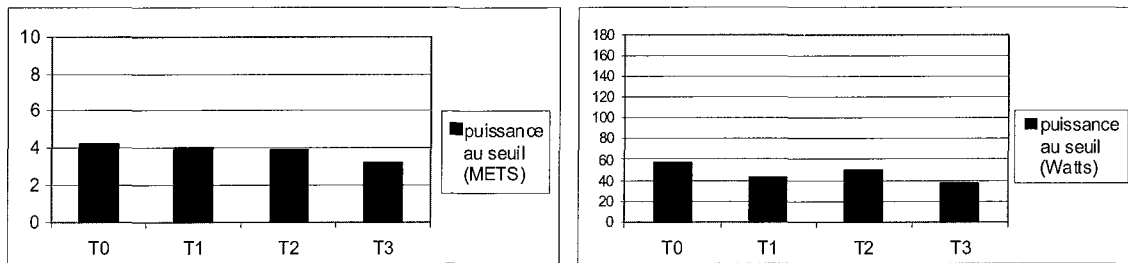


Figure 34 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. H. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil est faible initialement et a tendance à diminuer (- 8 W pendant le programme). A 3 mois, la diminution se poursuit (- 20 W par rapport à la valeur initiale).

La puissance au seuil en METS diminue progressivement de 1 METS entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois.

En fin de programme, le niveau de travail à charge constante pendant les séances sur cycloergomètre est pourtant supérieur à la puissance au seuil mesurée lors de l'évaluation finale.

La fréquence cardiaque au seuil est stable proche de 75 bpm.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

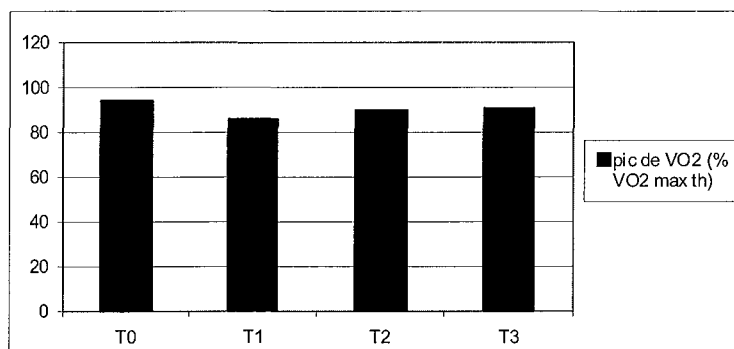


Figure 35 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. M. H. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial est proche de la valeur théorique attendue (94% de la VO_2 max théorique). Pendant le programme, il a tendance à diminuer (90% en fin de réentraînement). A 3 mois, il est stable.

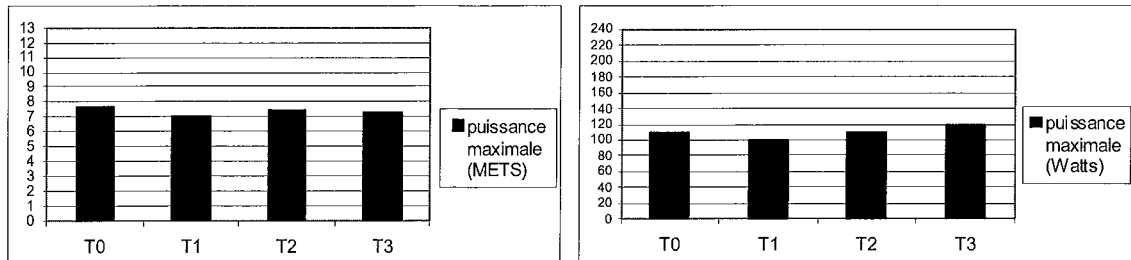


Figure 36 : Evolution de la puissance maximale de M. M. H. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale en Watts varie peu pendant le réentraînement (100 W). A 3 mois, elle a tendance à augmenter (+ 10 W).

La puissance maximale en METS varie peu entre les évaluations.

Toutes les épreuves sont sous-maximales ; cela est dû au traitement par bêta bloquant. La fréquence cardiaque maximale a tendance à augmenter pendant le réentraînement : de 70% à 77% de la FMT. La diminution du pic de VO_2 final ne semble donc pas liée à une motivation moins importante pendant l'épreuve d'effort. A 3 mois, la fréquence cardiaque maximale diminue (74% de la FMT).

La tension artérielle à l'effort augmente entre les différentes évaluations de 145/95 mmHg initialement à 180/90 mmHg à 3 mois.

- Critères d'arrêt du test

Les différentes épreuves d'effort sont arrêtées soit en raison d'une dyspnée soit en raison d'une fatigue des membres inférieurs. Aucun trouble hémodynamique ou du rythme cardiaque n'est constaté.

3.2.4.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

Dans les suites de l'AVC, M. M. H. a maigri de 10 kg et son indice de masse corporelle s'est normalisé. Pendant le réentraînement, le poids est stable ; à 3 mois, il augmente de 2 kg mais l'indice de masse corporelle reste normal.

Lors des premières séances, les chiffres tensionnels à l'effort sont élevés : le traitement par inhibiteur de l'enzyme de conversion est majoré. Lors des évaluations suivantes, la tension artérielle est équilibrée.

Le bilan lipidique initial et celui à 3 mois correspondent aux objectifs attendus.

3.2.4.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

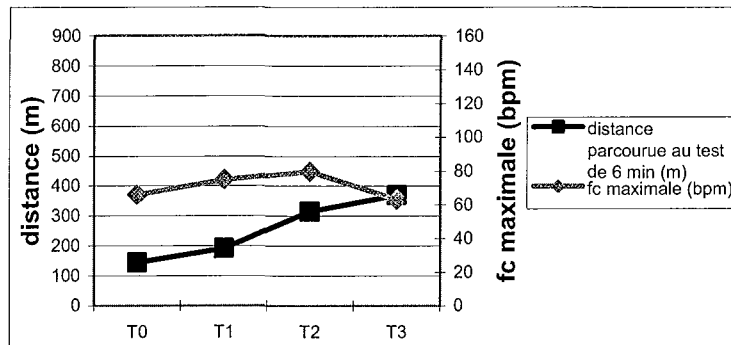


Figure 37 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. H. entre les différentes évaluations.

Tous les tests de 6 minutes sont réalisés avec le releveur et sans canne.

Lors de l'évaluation initiale, le périmètre de marche est limité à 145 m. Cette distance augmente progressivement entre les différentes évaluations : + 170 m en fin de réentraînement. A 3 mois, la progression se poursuit avec une distance parcourue de 370 m.

La fréquence cardiaque maximale pendant le test augmente pendant le réentraînement (+ 10% de la FMT). A 3 mois, elle correspond à la valeur initiale : 40% de la FMT.

A la fin du réentraînement, la canne simple n'est plus utilisée pour les déplacements à l'extérieur.

3.2.4.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire a lieu pendant une semaine de suspension thérapeutique. Les données à 3 mois correspondent à des mesures pendant 5 jours uniquement (dont un jour de week-end) en raison de difficultés techniques. Cela peut entraîner une erreur de mesure de l'activité moyenne réalisée pendant cette évaluation (variabilité importante de l'activité entre des jours successifs comme cela est décrit dans le paragraphe 3.3.6.).

- Durée d'éveil

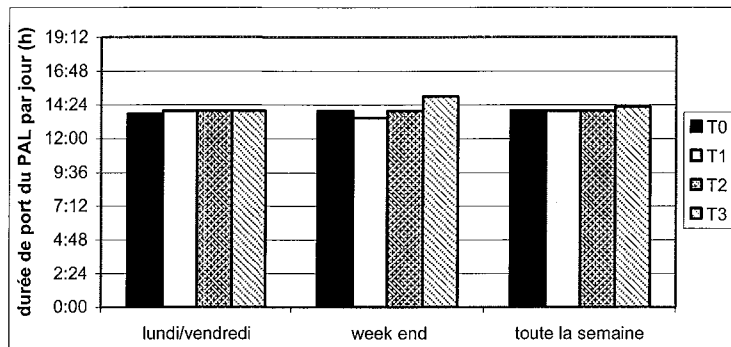


Figure 38 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. H. entre les différentes évaluations.

En fonction des évaluations, le port de l'accéléromètre est plus important soit pendant la semaine soit pendant le week-end. La durée moyenne de port par jour est stable : 14 h.

- Nombre de pas

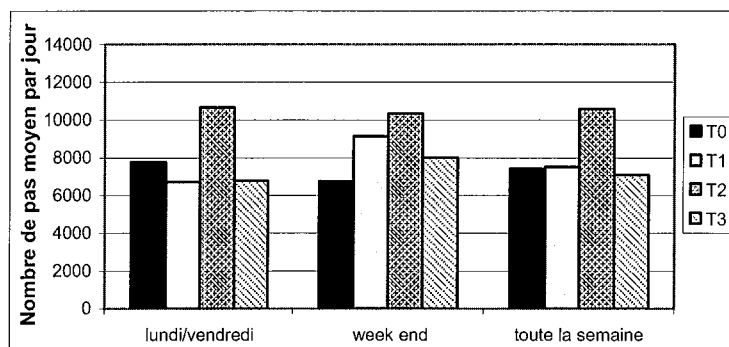


Figure 39 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. H. entre les différentes évaluations.

Le nombre moyen de pas par jour est plus important tantôt la semaine tantôt le week-end suivant les différentes évaluations.

Le nombre moyen de pas par jour augmente pendant le programme (+ 3000 pas/j par rapport à la valeur initiale) : il devient supérieur à 10 000 pas/j. A 3 mois, il diminue et devient inférieur à la valeur initiale (- 400 pas/j par rapport à la valeur initiale).

L'évolution du nombre moyen de pas par heure de port est similaire car la durée de port ne varie pas.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » est de 21% en fin de réentraînement et de 0% pour toutes les autres évaluations.

- Cadence de marche préférentielle

La cadence préférentielle est faible : 80-90 pas/min. Elle ne varie pas entre les différentes évaluations.

- Evolution des périodes d'activité

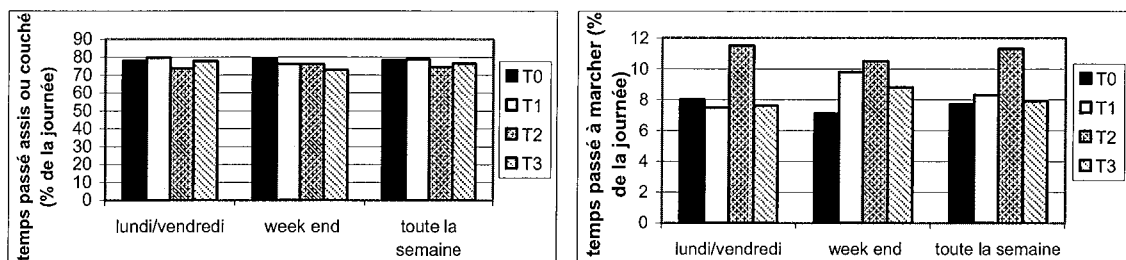


Figure 40 : Evolution des pourcentages moyens de temps total passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. H. entre les différentes évaluations.

Pour M. M. H., le niveau d'activité ne semble pas lié au moment de la semaine.

Le pourcentage moyen de temps passé assis ou couché a tendance à diminuer pendant le réentraînement (- 4% par rapport à l'évaluation initiale) après avoir augmenté lors de l'évaluation intermédiaire. A 3 mois, ce pourcentage augmente mais reste inférieur à la valeur initiale.

Le pourcentage de temps passé à marcher augmente pendant le réentraînement : de 7,7% initialement à 11,3% en fin de programme. A 3 mois, le temps passé à marcher diminue et retrouve sa valeur initiale.

Activité rapportée par le patient

Initialement, M. M. H. ne rapporte pas d'activité physique régulière.

En fin de réentraînement, M. M. H. marche 30 à 45 min tous les jours. Dans les suites du programme, il achète un vélo d'appartement.

A 3 mois, il fait du vélo d'appartement 30 min par jour et marche dans des terrains en pente environ 1 h 3 fois par semaine. Lors de l'évaluation à 3 mois, il signale des difficultés lors de la pratique du vélo : il est gêné par le releveur. Des modifications de celui-ci sont donc réalisées afin de l'adapter au mieux à la pratique du vélo.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer la diminution de l'activité mesurée par accélérométrie à 3 mois. Cela peut être dû à :

- une diminution de l'observance d'une activité physique régulière.
- des modifications de l'environnement dans lequel l'activité est réalisée (cf paragraphe 3.3.6.). Toutefois, les périodes de marche continue décrites par le patient ne sont pas retrouvées sur les tracés lors de l'évaluation à 3 mois alors que lors de l'évaluation finale, des périodes de marche continue de plus de 30 min sont identifiées.
- des modifications du type d'activité : vélo d'appartement. Cela peut entraîner une sous-estimation de l'activité réalisée (cf paragraphe 3.3.6.).

A 3 mois, le score de l'échelle de Frenchay est de 17. Ce score faible est lié aux difficultés de réalisation de certaines AVJ en raison du déficit moteur du membre supérieur gauche.

3.2.4.2.5. Evolution de la qualité de vie

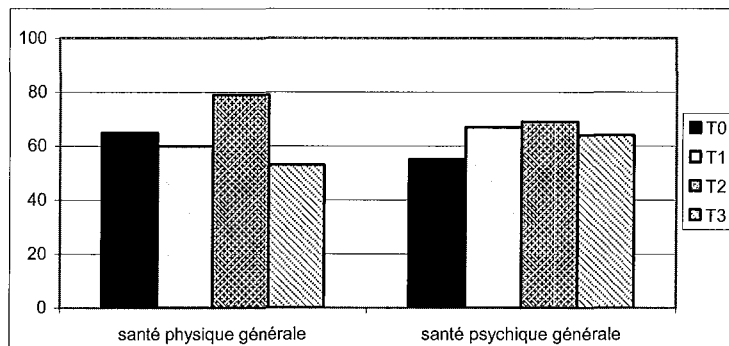


Figure 41 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. H. lors des différentes évaluations.

Initialement le score de santé physique générale est de 65/100 et celui de santé psychique de 55/100. Pendant le programme, la qualité de vie s'améliore : augmentation des scores de santé physique et psychique généraux (+ 14/100). A 3 mois, ces 2 scores diminuent : le score de santé physique devient inférieur à la valeur initiale (53/100) ; celui de santé psychique reste supérieur au score initial (64/100).

La diminution des scores de qualité de vie peut être en partie liée à l'arrêt de la prise en charge. Il existe d'autre part, une majoration des douleurs neuropathiques lors de l'évaluation à 3 mois qui participe probablement à la diminution du score de santé physique.

3.2.4.2.6. Evolution de la fatigue

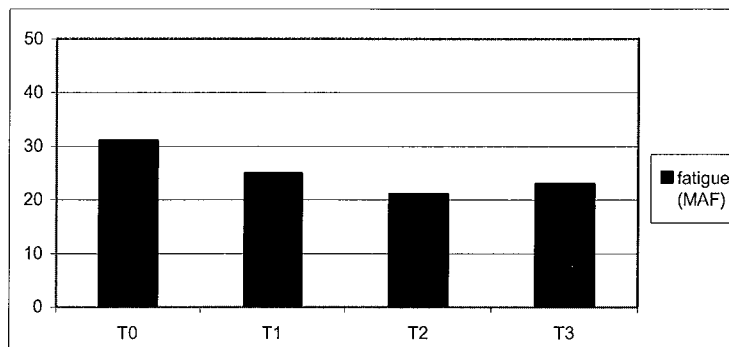


Figure 42 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. H. lors des différentes évaluations.

Le niveau de fatigue initial est modéré (MAF à 31/50). Pendant le réentraînement, la fatigue diminue progressivement (MAF à 21 lors de l'évaluation finale). A 3 mois, elle reste stable (23).

M. M. H. présente initialement un déconditionnement essentiellement lié à une faible capacité au seuil.

Malgré un réentraînement réalisé au seuil ventilatoire comprenant plus de 40 séances, les capacités à l'effort (maximale et au seuil) ont tendance à diminuer pendant le réentraînement. Pendant le programme, la qualité de vie, l'endurance à la marche et l'activité en milieu ordinaire augmentent et la fatigue diminue. Malgré une endurance à la marche qui reste limitée, M. M. H. fait plus de 10 000 pas/j en fin de réentraînement.

A 3 mois, la capacité à l'effort continue de diminuer. Le périmètre de marche continue de progresser. La qualité de vie et l'activité en milieu ordinaire ont tendance à diminuer. Le niveau d'activité en milieu ordinaire est peut être sous-estimé lors de l'évaluation à 3 mois.

3.2.5. Cas clinique 5

3.2.5.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. A. P., 47 ans, gaucher, réceptionnaire de livraisons en grande surface, présente le 30.04.2008 un AVC ischémique sylvien gauche d'origine athéromateuse.

Les facteurs de risque cardiovasculaire sont un diabète de type I compliqué d'une rétinopathie sévère et d'une neuropathie débutante, une dyslipidémie, une hypertension artérielle, un tabagisme et un mode de vie sédentaire. Il existe des lésions athéromateuses bilatérales non symptomatiques au niveau des artères tibiales antérieures.

Il présente également une polyarthrite rhumatoïde qui est peu symptomatique au moment de l'AVC et pendant l'étude.

Le tableau clinique initial associe une hémiparésie droite à prédominance brachio-faciale et des troubles sensitifs de l'hémicorps droit. La prise en charge rééducative initiale est réalisée au CRF de Lay Saint Christophe jusqu'à août 2008, elle comprend notamment un travail sur cycloergomètre.

Au moment de l'inclusion, M. A. P. ne présente plus de déficit moteur mais il persiste des troubles cognitifs (ralentissement psychomoteur).

Le programme de réentraînement commence 3,5 mois après l'AVC. Il comprend 35 séances à raison de 3 puis 4 séances par semaine pendant 3 mois. Les séances sont réalisées sur ergomètre à bras, cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training) et rameur. La durée moyenne des séances est de 45 minutes. Un an avant l'AVC, M. A. P. a réalisé une épreuve d'effort sur cycloergomètre : la puissance maximale atteinte était de 150 W. En post AVC, l'épreuve d'effort réalisée avant l'inclusion est menée jusqu'à une puissance maximale de 140 W. La fréquence cardiaque maximale pendant les séances correspond à 113% de la fc au seuil. L'observance et la tolérance au programme sont bonnes.

A l'arrêt du réentraînement, M. A. P. poursuit une prise en charge en secteur professionnel. L'évaluation à 3 mois a lieu pendant cette phase. Un stage professionnel est réalisé pendant les 15 jours précédant l'évaluation à 3 mois. Une reprise professionnelle à mi-temps associée à une invalidité 1^{ère} catégorie est prévue.

3.2.5.2. Résultats des évaluations

3.2.5.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque au repos varie peu pendant le programme : elle est proche de 90 bpm.

Lors de l'évaluation intermédiaire, la tension artérielle au repos est supérieure aux objectifs fixés compte tenu des antécédents ; le traitement anti hypertenseur est augmenté. Lors des autres évaluations, la tension artérielle mesurée correspond aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

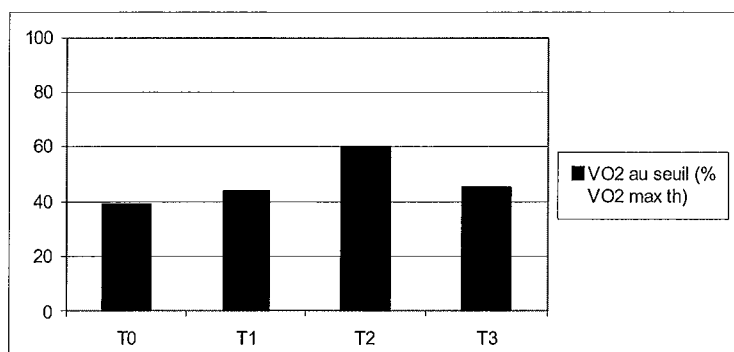


Figure 43 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. A. P. entre les différentes évaluations.

La VO₂ au seuil initiale est basse (39% de la VO₂ max théorique). Pendant le programme, elle augmente progressivement jusqu'à 60% de la VO₂ max théorique. A 3 mois, elle diminue mais reste supérieure à la valeur initiale : 45% de la VO₂ max théorique.

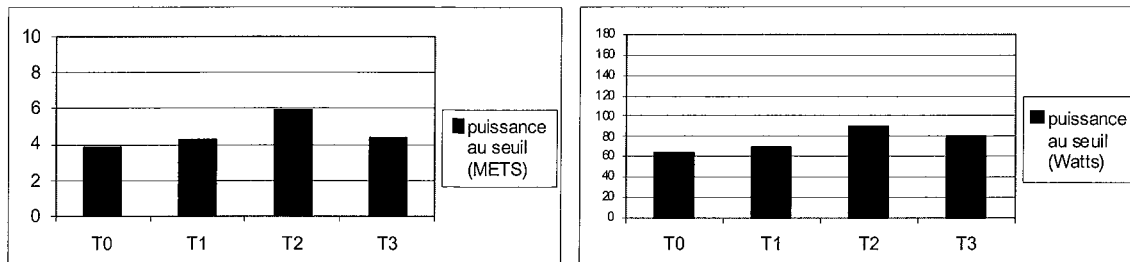


Figure 44 : Evolution de la puissance au seuil de M. A. P. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil augmente également progressivement pendant le réentraînement : + 27 W et + 2 METS entre les évaluations initiale et finale. A 3 mois, elle diminue mais reste supérieure à la valeur initiale.

La fréquence cardiaque au seuil a tendance à augmenter (+ 11 bpm) pendant le programme. A 3 mois, elle est stable.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

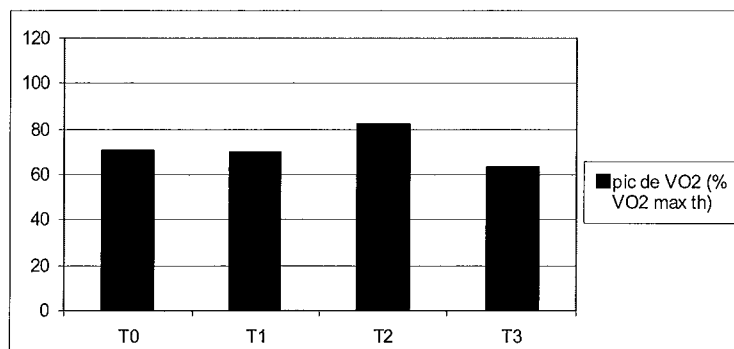


Figure 45 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. A. P. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial correspond à 71% de la VO_2 max théorique. Pendant le réentraînement, il progresse jusqu'à 82% de la VO_2 max théorique. A 3 mois, il diminue et est inférieur à la valeur initiale (63%). Cette diminution de la capacité à l'effort au pic ne semble pas liée à la motivation du patient lors de la dernière épreuve ; en effet l'exercice est mené jusque 92% de la FMT ce qui est supérieur aux épreuves précédentes.

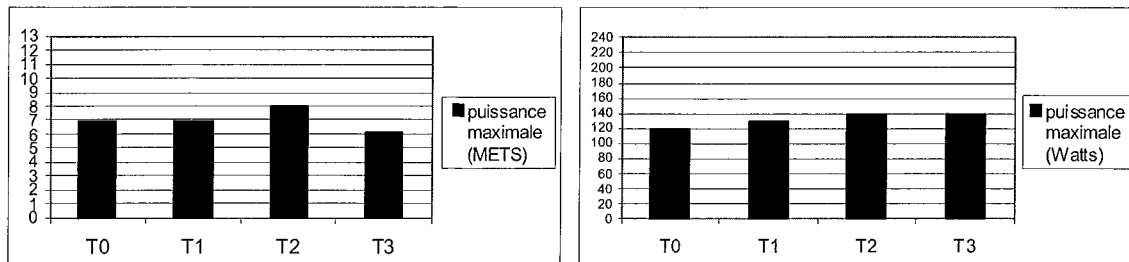


Figure 46 : Evolution de la puissance maximale de M. A. P. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale augmente de 1,1 METS pendant le programme. A 3 mois, elle est inférieure à la valeur initiale (- 0,8 METS). Pendant le réentraînement, la puissance maximale en Watts augmente : + 20 W en fin de programme. Cette amélioration est maintenue à 3 mois.

Pour tous les tests réalisés, la fréquence cardiaque maximale atteinte est supérieure à 85% de la FMT. Elle augmente pendant le réentraînement : + 10 bpm. A 3 mois, cette augmentation est maintenue (+ 16 bpm par rapport à l'évaluation initiale).

La tension artérielle maximale varie peu : entre 220/90 mmHg et 230/100mm Hg selon les évaluations.

- Critères d'arrêt du test

Toutes les épreuves sont arrêtées en raison d'une dyspnée. Lors des efforts, M. A. P. se plaint d'une sensation de gêne au niveau trachéal ; une consultation spécialisée avec fibroscopie ne retrouve pas d'anomalie. De plus, lors de toutes les évaluations, la réserve ventilatoire est supérieure à 30%.

3.2.5.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

A 3 mois, le sevrage tabagique est maintenu.

L'HbA1c diminue entre les évaluations mais le diabète reste déséquilibré : initialement l'HbA1c est de 8,6%, à la fin du réentraînement elle est de 8,3% et à 3 mois de 8%.

Le poids augmente de 1 kg pendant le programme et de 1 kg entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois mais l'indice de masse corporelle reste dans la norme.

Au moment de l'inclusion, le bilan lipidique ne répond pas aux objectifs ; le traitement par statine est augmenté. A 3 mois, le bilan lipidique est équilibré.

Après la majoration initiale du traitement anti hypertenseur, la tension artérielle au repos répond aux objectifs.

3.2.5.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

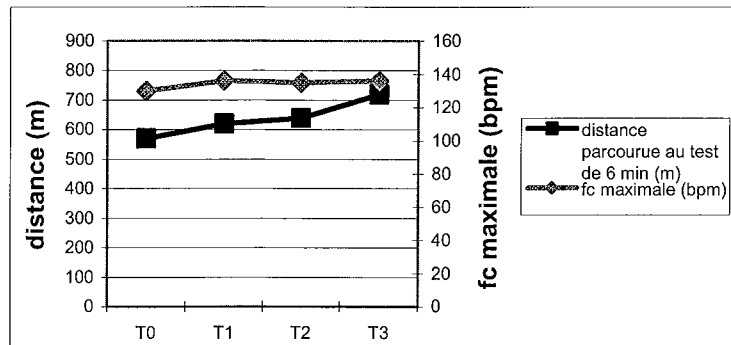


Figure 47 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. A. P. entre les différentes évaluations.

La distance parcourue lors du test de 6 min initial est de 570 m. Pendant le réentraînement, cette distance augmente progressivement : + 70 m en fin de programme. L'augmentation se poursuit avec à 3 mois une distance parcourue de 720 m.

La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant les différents tests augmente de 75% de la FMT initialement, à 80% lors des évaluations suivantes.

3.2.5.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire a lieu pendant une semaine de suspension thérapeutique.

- Durée d'éveil

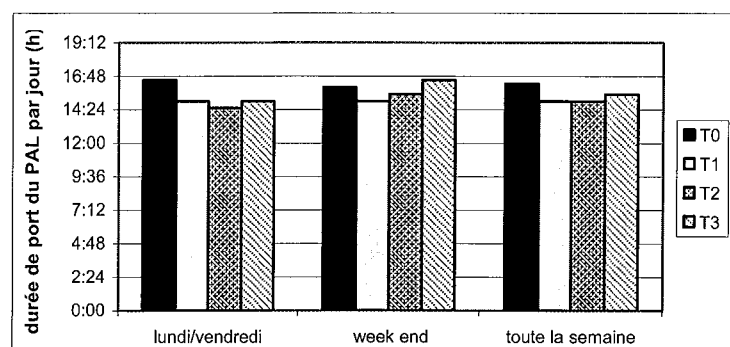


Figure 48 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. A. P. entre les différentes évaluations.

En fonction des évaluations, la durée d'éveil est plus importante soit pendant la semaine soit pendant le week-end. La durée moyenne d'éveil sur l'ensemble de la semaine diminue d'1 h pendant le réentraînement. A 3 mois, elle augmente mais reste inférieure à la durée initiale.

- Nombre de pas

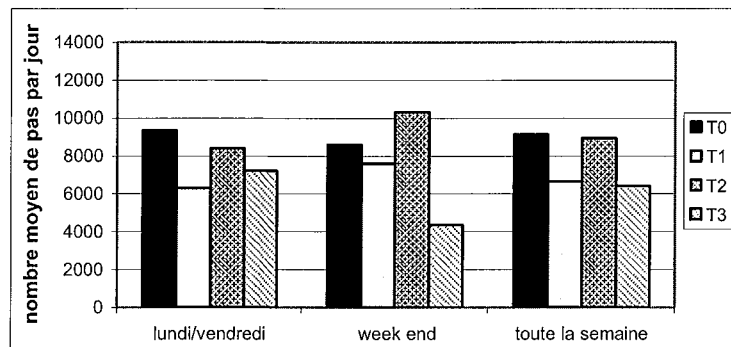


Figure 49 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. A. P. entre les différentes évaluations.

La prédominance du nombre de pas par jour entre la semaine et le week-end varie d'une évaluation à l'autre.

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine diminue pendant le réentraînement : - 2500 pas/j entre l'évaluation initiale et l'évaluation intermédiaire. En fin de réentraînement, ce nombre est proche de la valeur initiale. A 3 mois, il diminue à nouveau : 6400 pas/j.

Le nombre de pas par heure de port de l'accéléromètre diminue également au début du réentraînement. A la fin du programme, il est supérieur à la valeur initiale (+ 30 pas/h). A 3 mois, il est inférieur à la valeur initiale.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » augmente lors de l'évaluation intermédiaire (30%) contre 18% initialement. En fin de réentraînement, il diminue (14%) et à 3 mois, il est nul.

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche préférentielle augmente pendant le réentraînement de 110-120 pas/min à 120-130 pas/min. Cette augmentation est maintenue à 3 mois.

- Evolution des périodes d'activité

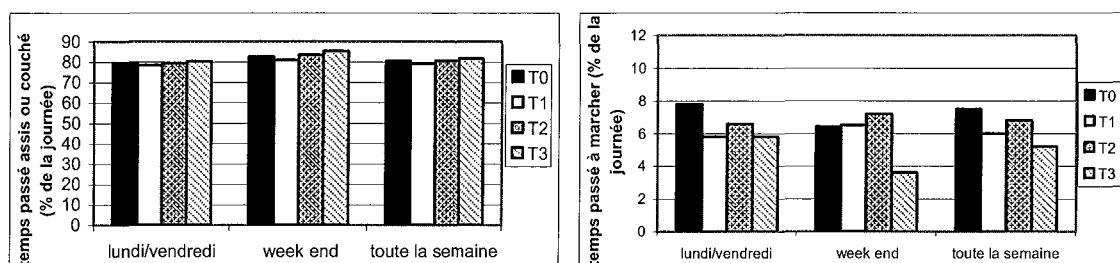


Figure 50 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. A. P. entre les différentes évaluations.

Pour toutes les évaluations, le temps passé assis ou couché est plus important le week-end. Pendant le programme, le temps passé assis ou couché sur l'ensemble de la semaine diminue initialement (- 1,5% entre les évaluations initiale et intermédiaire) malgré la diminution de la durée de port de l'accéléromètre. A la fin du programme, le temps passé assis ou couché est le même qu'au moment de l'évaluation initiale. A 3 mois, il a tendance à augmenter (+ 1%).

Le temps passé à marcher sur l'ensemble de la semaine diminue pendant le programme et cette diminution se poursuit à 3 mois : de 7,5% initialement à 5,2% à 3 mois.

Activité rapportée par le patient

Au moment de l'inclusion, M. A. P. marche 30 min par jour avec des difficultés dans les terrains en pente.

Après 20 séances, il marche 1 h tous les jours sur terrain plat.

En fin de programme, il marche 1 h tous les jours et note une diminution des difficultés dans les pentes ; il reprend ses activités antérieures à domicile (bricolage, jardinage...).

A 3 mois, il marche 45 min tous les jours et fait du vélo d'appartement : 2 séances de 45 min à 1 h par semaine.

Les périodes d'activités décrites à 3 mois ne sont pas retrouvées lors de l'analyse des tracés de l'accélérométrie. Cela peut être dû à l'absence d'observance de l'activité physique conseillée ou aux limites de l'ActivPALTM décrites dans le paragraphe 3.3.6. Toutefois, il n'y a pas de période de marche continue de plus 30 min enregistrée ce qui est plutôt en faveur de la non-observance.

A 3 mois, le score de l'échelle de Frenchay est de 38.

3.2.5.2.5. Evolution de la qualité de vie

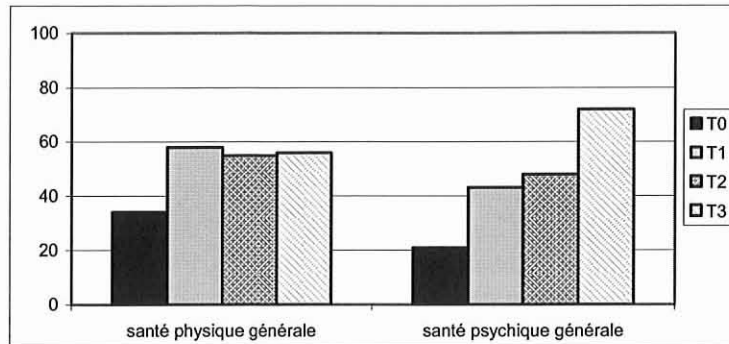


Figure 51 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. A. P. entre les différentes évaluations.

Initialement, la qualité de vie est basse : score de santé physique générale à 34/100 et celui de santé psychique à 21/100. Pendant le réentraînement, ces scores progressent : + 21/100 pour la santé physique et + 27/100 pour la santé psychique. A 3 mois, le score de santé physique est stable et le score de santé psychique continue d'augmenter (72/100).

3.2.5.2.6. Evolution de la fatigue

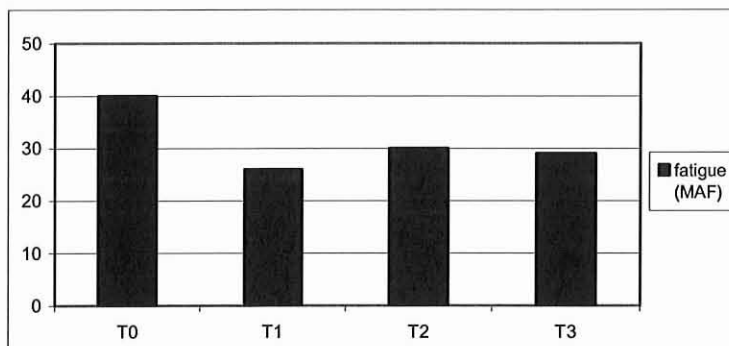


Figure 52 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. A. P. lors des différentes évaluations.

La fatigue initiale est importante (MAF à 40/50). Pendant le réentraînement, la fatigue a tendance à diminuer (MAF à 26 lors de l'évaluation intermédiaire). En fin de réentraînement, la fatigue a tendance à augmenter (MAF 30), cela peut être lié au début de la prise en charge en secteur professionnel avec un travail en atelier. A 3 mois, la fatigue est stable (MAF 29).

M. A. P. a initialement une capacité à l'effort diminuée.

Pendant le programme, la capacité à l'effort et l'endurance à la marche augmentent, la qualité de vie s'améliore et la fatigue ressentie a tendance à diminuer. L'amélioration de la capacité à l'effort ne s'accompagne pas d'une augmentation de l'activité en milieu ordinaire (absence d'observance ?).

Les améliorations de la capacité à l'effort ne sont pas maintenues à 3 mois, cela peut être dû à l'absence de réalisation de l'activité physique régulière conseillée. La capacité à l'effort maximale devient inférieure à celle mesurée initialement : le travail sur cycloergomètre réalisé au CRF avant l'inclusion a probablement participé à la capacité à l'effort initiale plus élevée. L'endurance à la marche est maintenue.

3.2.6. Cas clinique 6

3.2.6.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. T. G., 43 ans, droitier, dessinateur industriel présente le 30.05.2008 un AVC ischémique sylvien superficiel gauche secondaire à une dissection carotidienne gauche.

Avant l'AVC, M. T. G. pratiquait une activité physique régulière : vélo (15 km/j), athlétisme, course à pied (20 km/semaine). Le seul facteur de risque cardiovasculaire présent est un antécédent cardiovasculaire familial (AVC ischémique chez son père).

Le tableau clinique initial est celui d'une hémiparésie droite proportionnelle associée à une aphasie de conduction et des troubles cognitifs. Une thrombolyse est réalisée. Après la phase aiguë, il bénéficie d'une rééducation en milieu libéral.

Au moment de l'inclusion, 4,5 mois après l'AVC, il persiste des troubles phasiques et cognitifs (troubles neurovisuels et mnésiques).

M. T. G. bénéficie de 41 séances de réentraînement : 3 séances par semaine pendant 5 mois. Les séances sont réalisées sur ergomètre à bras, rameur, cycloergomètre (travail à charge constante) et tapis de marche. La fréquence cardiaque maximale pendant les séances est proche de celle au seuil. L'observance et la tolérance au programme sont bonnes.

Pour répondre à ses objectifs, à la fin du programme de réentraînement la reprise de la course à pied et du vélo est encadrée avec une prise en charge dans des activités extérieures en groupe.

Une prise en charge dans le secteur professionnel débute en même temps que le réentraînement mais en raison d'une fatigabilité importante, elle est suspendue et reprise une fois le réentraînement terminé. Compte tenu des troubles neurovisuels et cognitifs, une reconversion professionnelle est envisagée.

3.2.6.2. Résultats des évaluations

3.2.6.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

Le protocole de progression de la charge utilisé change entre l'épreuve intermédiaire et l'épreuve finale avec une puissance de départ plus importante et une progression de la puissance plus rapide pour l'épreuve finale et celle à 3 mois.

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque au repos est stable pendant le programme : environ 80 bpm. A 3 mois, elle diminue de 10 bpm.

Pour toutes les évaluations, la tension artérielle au repos correspond aux objectifs. Elle a tendance à diminuer progressivement.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

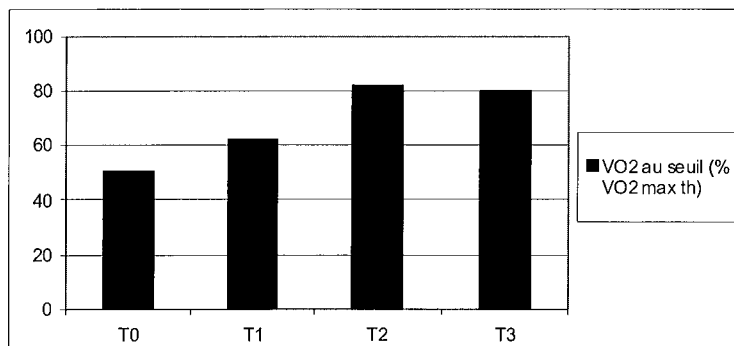


Figure 53 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. T. G. entre les différentes évaluations.

A l'inclusion, la VO₂ au seuil correspond à 51% de la VO₂ max théorique. Cet élément est en faveur d'un déconditionnement d'autant plus important que la VO₂ au seuil avant l'AVC était probablement supérieure à celle de la population générale étant donnée l'activité physique intensive pratiquée par le patient. Pendant le réentraînement, la VO₂ au seuil augmente progressivement jusque 83% de la VO₂ max théorique. A 3 mois, elle reste stable.

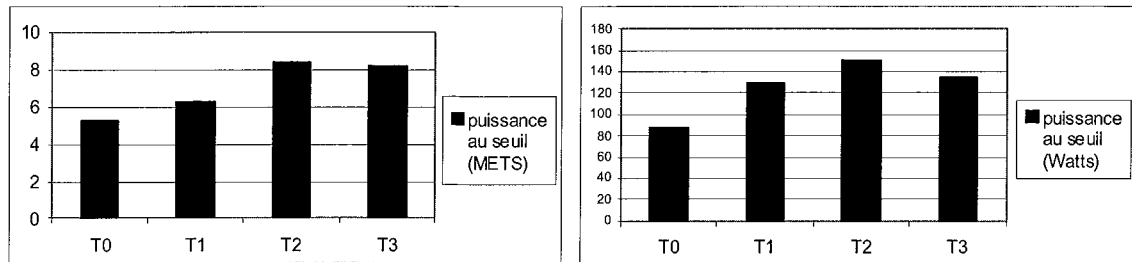


Figure 54 : Evolution de la puissance au seuil de M. T. G. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil augmente pendant le programme : + 3,1 METS, + 70 W. A 3 mois, la puissance en Watts a tendance à diminuer mais reste supérieure à la puissance initiale : - 15 W. La puissance au seuil en METS reste stable.

La fréquence cardiaque au seuil a tendance à augmenter pendant le programme : + 10 bpm. A 3 mois, elle est stable.

- Pic de VO₂ et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

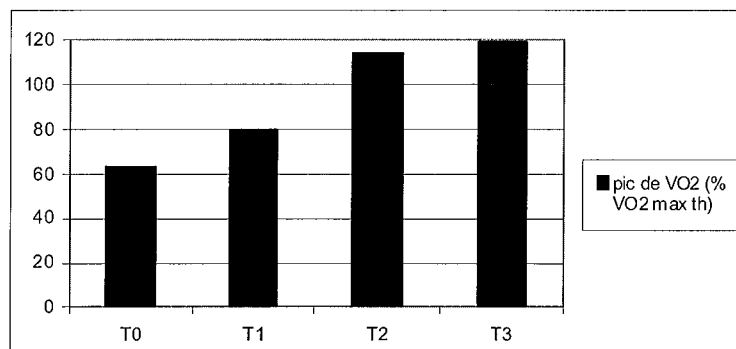


Figure 55 : Evolution du pic de VO₂ exprimé en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. T. G. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO₂ initial est bas à 63% de la valeur théorique. Pendant le réentraînement, il augmente progressivement jusque 114%. A 3 mois, la progression se poursuit (119%).

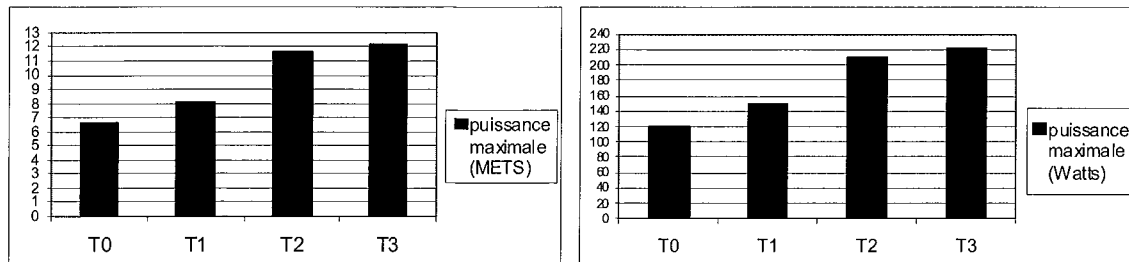


Figure 56 : Evolution de la puissance maximale de M. T. G. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale augmente progressivement pendant le réentraînement : + 90 W et + 5 METS entre le début et la fin du programme. A 3 mois, l'augmentation se poursuit jusque 222 W et 12,2 METS.

Lors des épreuves d'effort initiale et intermédiaire, la fréquence cardiaque maximale atteinte correspond à 80% de la FMT ; ces épreuves sont donc sous-maximales. Elles sont arrêtées en raison d'une dyspnée ressentie par le patient : la réserve ventilatoire est pourtant supérieure à 30%. Les 2 dernières épreuves sont réalisées jusqu'à une fréquence cardiaque supérieure à 85% de la FMT.

La tension artérielle maximale a tendance à augmenter entre les différentes évaluations de 210/90 mmHg à 220/100 mmHg.

- Critères d'arrêt du test

Les épreuves sont arrêtées soit en raison d'une dyspnée soit en raison d'une fatigue généralisée.

3.2.6.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

La tension artérielle et le bilan lipidique sont équilibrés lors des différentes évaluations.

Après l'AVC, le poids de M. T. G. a augmenté de 5 kg. Entre le début et la fin du réentraînement, il diminue (- 4 kg). A 3 mois, il est stable.

3.2.6.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

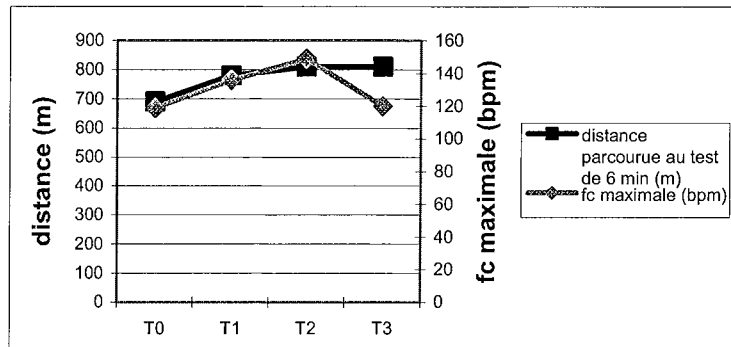


Figure 57 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. T. G. entre les différentes évaluations.

La distance parcourue en 6 min initiale est élevée : 690 m. Cette distance augmente de 120 m pendant le réentraînement. A 3 mois, elle est stable.

La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant le test de 6 min augmente entre les évaluations initiale et finale (+ 17% de la FMT). A 3 mois, elle est proche de la valeur initiale.

3.2.6.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire est réalisée pendant une interruption thérapeutique.

- Durée d'éveil

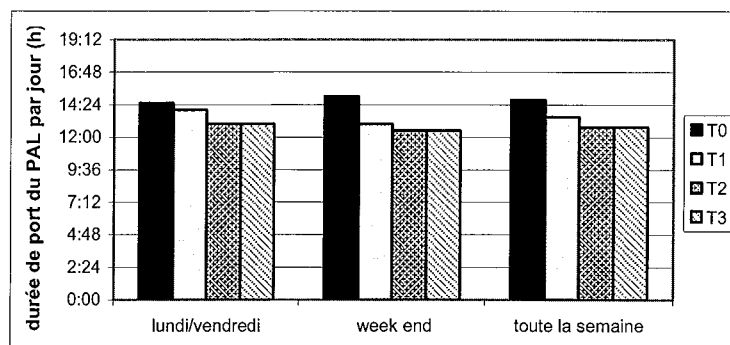


Figure 58 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. T. G. entre les différentes évaluations.

En fonction des évaluations, la durée d'éveil est plus importante soit pendant la semaine soit pendant le week-end. Elle diminue progressivement de 2h pendant le programme. A 3 mois, elle est stable : 12h45.

Cette diminution peut être liée à la majoration de la fatigue et aux événements familiaux intercurrents.

- Nombre de pas

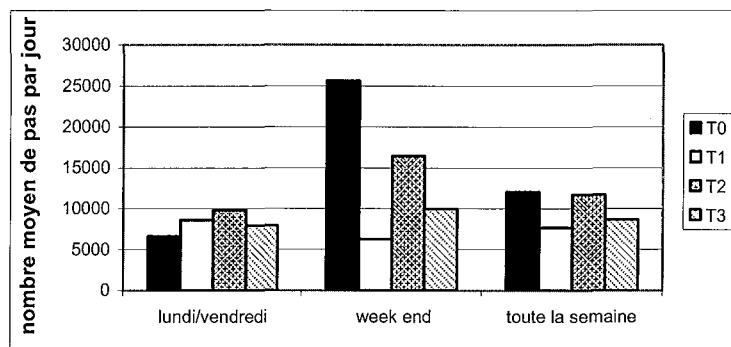


Figure 59 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. T. G. entre les différentes évaluations.

Lors de 3 des évaluations, le nombre moyen de pas est plus important le week-end.

Initialement, le nombre moyen de pas sur l'ensemble de la semaine est élevé : supérieur à 10 000 pas/j. Il diminue pendant le réentraînement : - 5000 pas/j lors de l'évaluation intermédiaire. En fin de réentraînement, il est proche de la valeur initiale. A 3 mois, il diminue à nouveau : 8600 pas/j.

Après une diminution initiale du nombre moyen de pas par heure de port (- 150 pas/h entre les évaluations initiale et intermédiaire), il augmente en fin de réentraînement. A 3 mois, il diminue à nouveau.

Malgré un nombre de pas moyen par jour proche, le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » est plus élevé en fin de réentraînement (31%) qu'au début du programme (20%). A 3 mois, ce nombre diminue (17%).

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche n'est pas modifiée entre les évaluations : 100 à 110 pas/min.

- Evolution des périodes d'activité

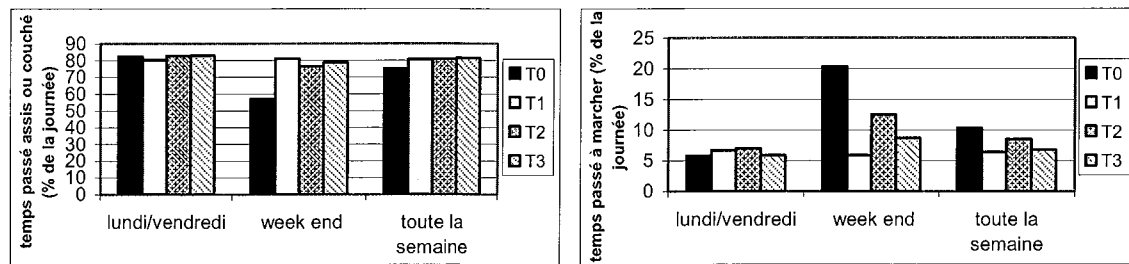


Figure 60 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. T. G. entre les différentes évaluations.

Le temps passé assis ou couché sur l'ensemble de la semaine augmente pendant le réentraînement (+ 5% entre le début et la fin du programme). A 3 mois, l'augmentation se poursuit.

Initialement, le temps passé à marcher sur l'ensemble de la semaine est de 10,3%. Il diminue pendant le réentraînement : - 2% entre les évaluations initiale et finale. A 3 mois, la diminution se poursuit.

Activité rapportée par le patient

Lors des évaluations initiale et intermédiaire, M. T. G. marche 1 h/j.

Au moment de l'évaluation finale, il fait deux fois 1h de marche et deux fois 1h de vélo par semaine.

A 3 mois, il décrit deux fois 1h de marche, deux fois 1h de vélo et 1h de natation par semaine, il a repris la course 2 fois/semaine.

Il existe une dissociation entre les performances observées en salle de traitement et celles observées lors des séances en extérieur : cela peut être lié aux troubles neurovisuels et au syndrome anxio-dépressif.

Les périodes de marche et de courses décrites à 3 mois ne sont pas toutes retrouvées sur les tracés d'accélérométrie. Il n'y a que 2 périodes de marche continue de plus de 30 min pendant la semaine d'évaluation à 3 mois contre 5 pendant celle en fin de réentraînement.

La diminution de l'activité mesurée à 3 mois peut être liée à :

- une sous-estimation de l'activité réellement réalisée par les mesures avec l'ActivPAL™ comme cela est détaillé dans le paragraphe 3.3.6.
- l'absence de poursuite des activités physiques en dehors des séances réalisées en présence d'un thérapeute.

A 3 mois, le score de l'échelle de Frenchay est de 28. Ce score est faible car M. T. G. ne réalise pas la plupart des tâches ménagères, ce qui était déjà le cas avant l'AVC.

3.2.6.2.5. Evolution de la qualité de vie

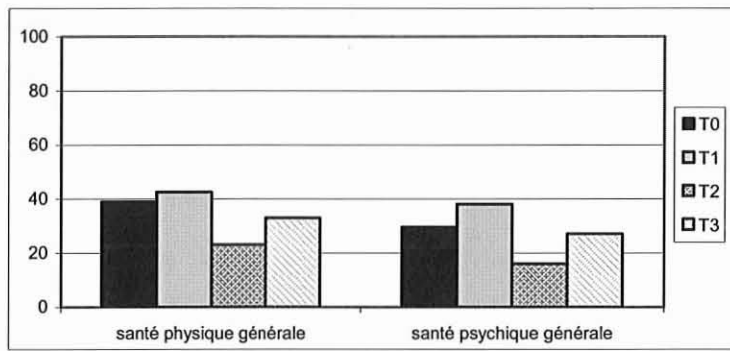


Figure 61 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 de M. T. G. lors des différentes évaluations.

Initialement, les scores de qualité de vie sont bas. Pendant le début du réentraînement, les scores de santé physique et psychique ont tendance à progresser. En fin de programme, ils diminuent et sont inférieurs aux scores initiaux. Cette évolution peut être liée à la survenue d'évènements familiaux (décès) qui se sont produits une semaine avant l'évaluation finale. A 3 mois, la qualité de vie s'améliore mais les scores restent inférieurs aux scores initiaux. M. T. G. présente un tableau anxio-dépressif pour lequel un suivi est mis en place.

3.2.6.2.6. Evolution de la fatigue

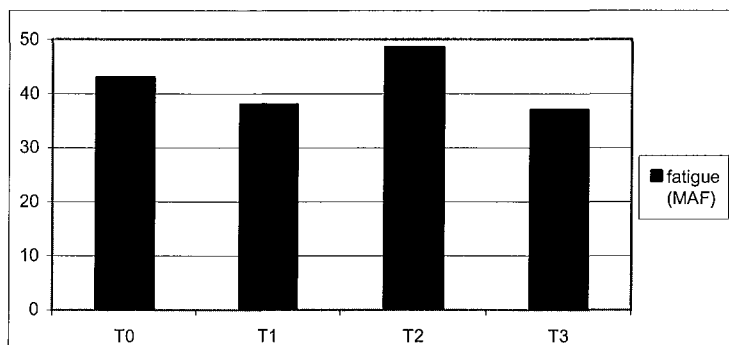


Figure 62 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. T. G. lors des différentes évaluations.

Au moment de l'inclusion, la fatigue est importante : MAF à 43. Pendant le début du réentraînement, elle diminue. En fin de réentraînement, elle augmente et devient supérieure à la fatigue initiale (MAF à 48). Les événements familiaux sont responsables de troubles du sommeil et de la majoration d'un syndrome anxio-dépressif qui peuvent participer à l'augmentation de la fatigue. A 3 mois, la fatigue a tendance à diminuer mais son niveau reste élevé.

Initialement, la capacité à l'effort est basse.

Pendant le programme, la capacité à l'effort (au seuil et maximale) et l'endurance à la marche progressent. Il y a peu d'amélioration de la qualité de vie et de la fatigue ; cela peut être lié aux troubles du sommeil et aux événements familiaux survenus pendant le réentraînement. L'activité en milieu ordinaire qui est importante initialement a tendance à diminuer : la fatigue et le syndrome anxio-dépressif peuvent participer à ces modifications.

A 3 mois, la capacité à l'effort au seuil se maintient, la progression de la capacité maximale se poursuit. Cela est probablement lié à l'activité physique encadrée régulière pratiquée jusqu'à l'évaluation à 3 mois.

L'évolution après l'arrêt de cette prise en charge est à évaluer pour étudier la poursuite ou non d'une activité régulière en milieu ordinaire.

3.2.7. Cas clinique 7

3.2.7.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. M. A., 58 ans, droitier, ouvrier dans le bâtiment présente le 16.06.2008 un AVC ischémique sylvien superficiel droit d'origine athéromateuse.

Les facteurs de risque cardiovasculaire sont un tabagisme et une dyslipidémie.

Initialement, il présente une hémiparésie gauche à prédominance brachio-faciale et une hémignégligence. Un traitement par thrombolyse est réalisé. Dans les suites, il bénéficie d'une rééducation en milieu libéral.

5 mois après l'AVC, il est hospitalisé en milieu psychiatrique pour un syndrome dépressif avec troubles du sommeil ; un traitement anti dépresseur est mis en place.

Lors de l'inclusion, 7 mois après l'AVC, il persiste un déficit moteur distal discret du membre supérieur gauche (testing musculaire à 4 selon Daniels [202]) sans retentissement fonctionnel et des troubles cognitifs (troubles praxiques, mnésiques, hémianopsie latérale homonyme et hémignégligence). Une épilepsie partielle séquellaire est diagnostiquée et un traitement anti épileptique est instauré.

Compte tenu de l'éloignement géographique, M. M. A. est pris en charge en hospitalisation complète. Il bénéficie de 58 séances pendant 3 mois à raison de 5 séances par semaine. L'évaluation après 20 séances n'a pas été réalisée en raison de difficultés techniques. Compte tenu du déconditionnement initial important, de la progression et de la motivation de M. M. A., le programme comprend davantage de séances que pour les autres patients. L'évaluation intermédiaire (T1) a été réalisée après une quarantaine de séances.

Les séances sont réalisées sur ergomètre à bras, cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training) et tapis de marche. La fréquence cardiaque maximale pendant les séances est proche de celle au seuil. L'observance et la tolérance au traitement sont bonnes.

Au niveau professionnel, une demande de retraite anticipée est en cours.

L'évaluation à 3 mois n'a pas pu être utilisée pour cette étude.

3.2.7.2. Résultats des évaluations

3.2.7.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

Pendant l'évaluation en fin de réentraînement (T2), le masque utilisé présente des fuites, les paramètres dépendant de la mesure des échanges gazeux ne sont donc pas utilisables pour cette évaluation.

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque au repos diminue pendant le programme : - 20 bpm. Cela est en faveur d'une amélioration de la capacité cardiovasculaire.

La tension artérielle au repos correspond aux objectifs lors de toutes les évaluations.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

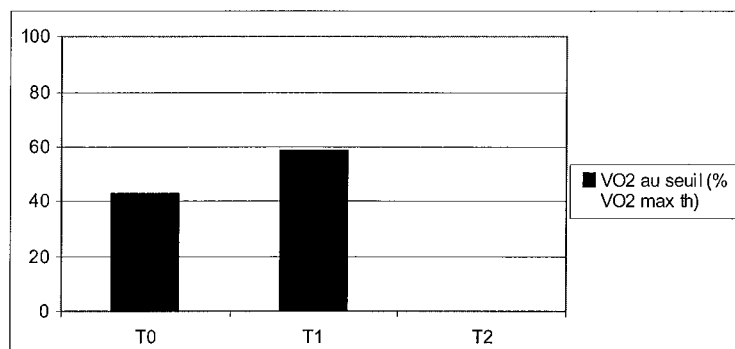


Figure 63 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. M. A. entre les différentes évaluations.

Initialement, la VO₂ au seuil est basse : 43% de la VO₂ max théorique. Après une quarantaine de séances, elle augmente jusque 59%.

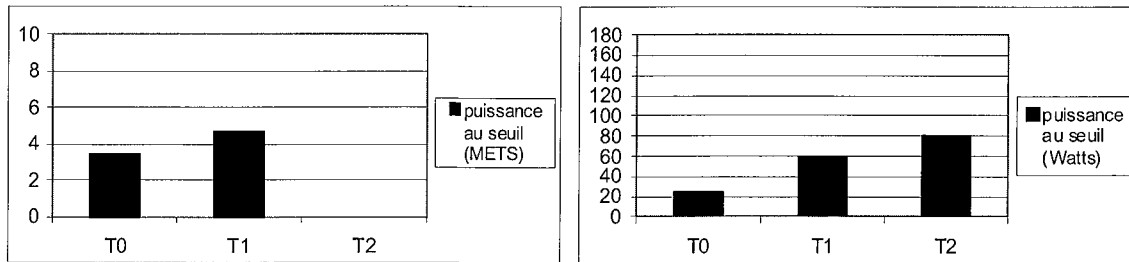


Figure 64 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. A. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil augmente également : + 1,7 METS entre les évaluations initiale et intermédiaire. La puissance en Watts augmente progressivement de 24 W au début à 80 W en fin de réentraînement. Cela est en faveur d'une amélioration de la capacité à l'effort à la fin du réentraînement qui ne peut pas être mise en évidence par l'évaluation de la VO_2 en raison des difficultés techniques.

La fréquence cardiaque au seuil diminue initialement de 10 bpm et en fin de réentraînement, elle est la même qu'initialement.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

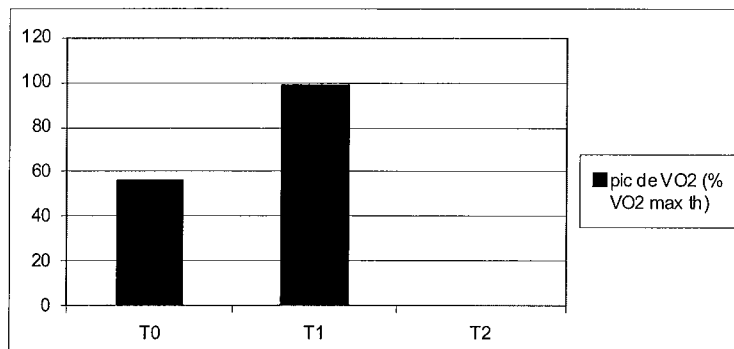


Figure 65 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. M. A. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial est bas : 56% de la VO_2 max théorique. Après 40 séances, il progresse jusque 99% de la valeur théorique.

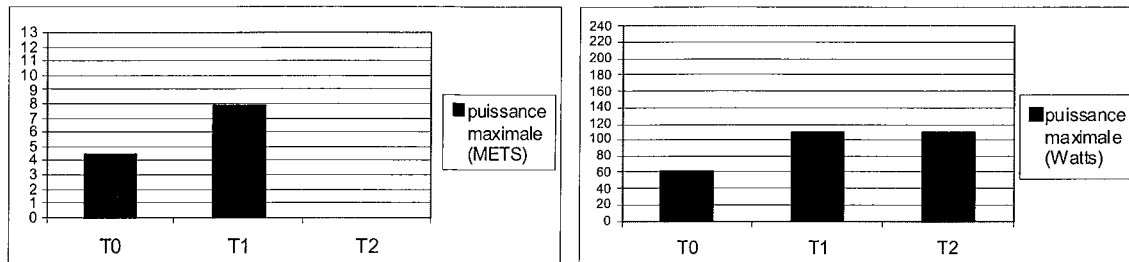


Figure 66 : Evolution de la puissance maximale de M. M. A. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale augmente aussi : + 3,4 METS après 40 séances. La puissance en Watts augmente initialement (+ 50 W) et reste stable en fin de réentraînement.

Toutes les épreuves sont réalisées jusqu'à une fréquence cardiaque maximale proche de 90% de la FMT. Les pics de VO_2 atteints sont donc comparables.

La tension artérielle maximale diminue : de 190/90 mmHg à 170/80 mmHg.

- Critères d'arrêt du test

Toutes les épreuves d'effort sont arrêtées en raison d'une fatigue généralisée.

3.2.7.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

Pendant le programme, le poids de M. M. A. est stable. Les bilans lipidiques initial et final sont équilibrés. En fin de programme, le sevrage tabagique est maintenu.

3.2.7.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

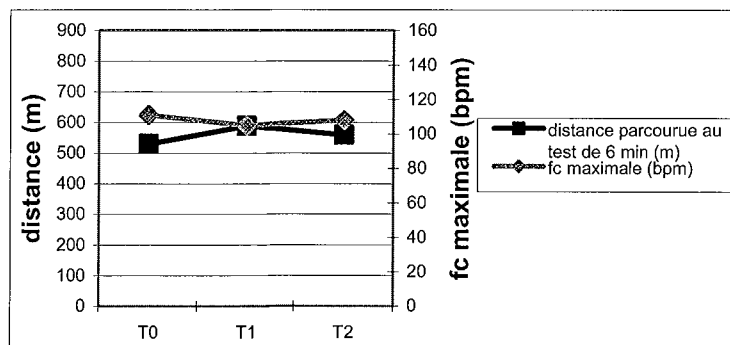


Figure 67 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. A. entre les différentes évaluations.

Initialement, la distance parcourue en 6 min est de 530 m. Pendant le réentraînement, elle a tendance à augmenter : + 60 m entre les évaluations initiale et intermédiaire. En fin de réentraînement, cette distance diminue mais reste supérieure à la valeur initiale.

La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant le test de 6 min varie peu entre les différents tests : elle est proche de 65% de la FMT.

3.2.7.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire est réalisée pendant une semaine de traitement, l'activité mesurée comprend donc les périodes d'activité correspondant aux séances de réentraînement.

- Durée d'éveil

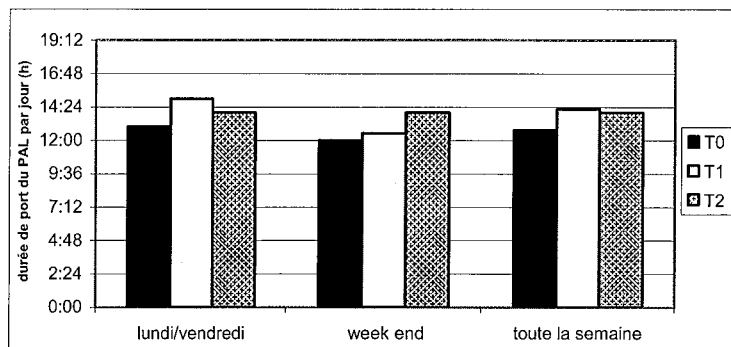


Figure 68 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. A. entre les différentes évaluations.

La durée de port de l'accéléromètre a tendance à être plus importante en semaine pour toutes les évaluations. La durée de d'éveil sur l'ensemble de la semaine augmente pendant le réentraînement : + 1h15 entre le début et la fin du programme.

- Nombre de pas

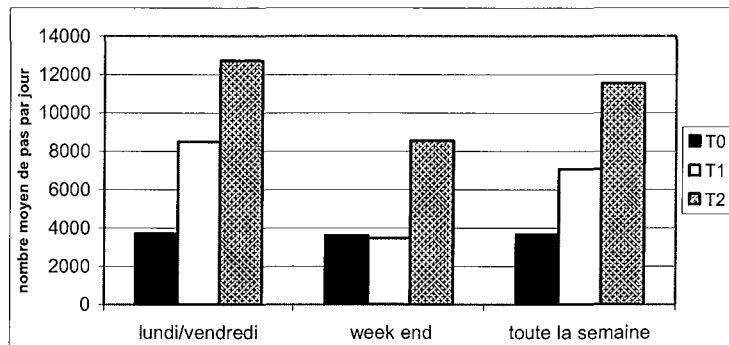


Figure 69 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. A. entre les différentes évaluations.

Pour toutes les évaluations, le nombre moyen de pas par jour est plus important les jours de semaine.

Pendant le programme, le nombre moyen de pas par jour de l'ensemble de la semaine augmente : + 8000 pas/j entre les évaluations initiale et finale. Ce nombre est plus important pendant l'évaluation finale que pendant l'évaluation réalisée pendant une semaine de traitement ; ce qui est en faveur de la poursuite d'une activité physique régulière immédiatement après la fin du programme. Le nombre de pas devient supérieur à 10 000 pas/j.

Le nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre augmente également progressivement.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » augmente entre les évaluations : de 22% initialement à 61% en fin de réentraînement.

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche préférentielle est plus importante pendant l'évaluation intermédiaire : cela peut être dû à une vitesse de marche plus élevée pendant les séances de réentraînement (travail sur tapis de marche) par rapport à l'activité en milieu ordinaire.

L'activité physique autonome est peut être réalisée à une intensité d'effort moins importante en raison de difficultés de perception du niveau de l'effort. Des conditions de réalisation de l'effort différentes de celles du programme peuvent également expliquer cette cadence moins importante : marche en pente ou sur terrain accidenté...

- Evolution des périodes d'activité

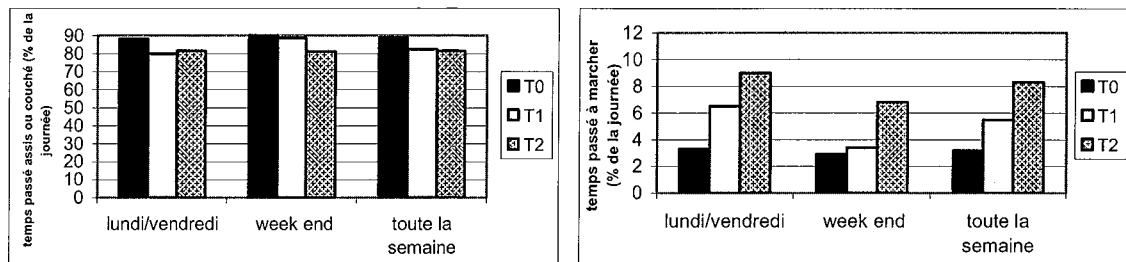


Figure 70 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. A. entre les différentes évaluations.

Le pourcentage de temps passé assis ou couché sur l'ensemble de la semaine est initialement important : 88%. Il diminue progressivement pendant le programme : - 7,4% entre le début et la fin du programme.

Pour toutes les évaluations, le temps passé à marcher est plus important les jours de semaine. Le temps passé à marcher sur l'ensemble de la semaine augmente progressivement de 3,2% à 8,3%. Il est plus important lors de l'évaluation finale que lors de l'évaluation réalisée pendant le traitement.

Activité rapportée par le patient

Lors de l'évaluation initiale, M. M. A. rapporte marcher 30 min par jour sur terrain plat.

Lors de l'évaluation intermédiaire, pendant une semaine de traitement, M. M. A. bénéficie de 4 séances de réentraînement. Une de ces séances n'est pas retrouvée sur les tracés d'accélérométrie : il s'agit d'une séance avec un travail sur ergomètre à bras. En dehors du réentraînement, M. M. A. marche 30 à 45 min le week-end.

Au moment de l'évaluation finale, il marche 45 min par jour.

8 périodes de marche continues de plus de 30 min sont retrouvées sur les tracés d'accélérométrie en fin de programme ce qui est en faveur d'une bonne observance d'une activité physique régulière immédiatement après l'arrêt du programme.

3.2.7.2.5. Evolution de la qualité de vie

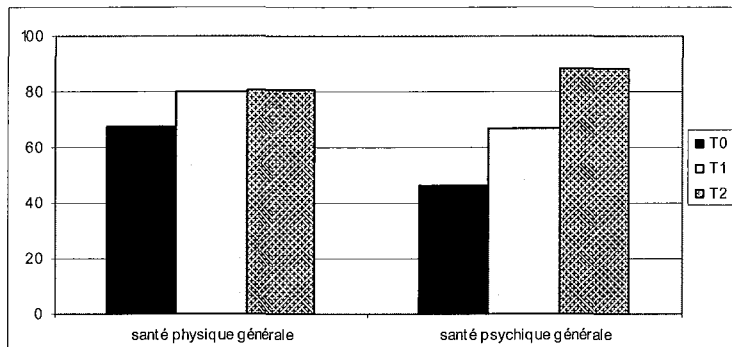


Figure 71 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. A. lors des différentes évaluations.

Initialement, la qualité de vie est basse en particulier dans le domaine de la santé psychique (46/100). Pendant le réentraînement, la qualité de vie progresse avec essentiellement une augmentation du score de santé psychique (+ 42/100 entre les évaluations initiale et finale). L'augmentation du score de santé physique générale est moins importante (+ 13/100). Les éléments du syndrome dépressif régressent. Le score HAD [203] diminue de 9 à 5 pour l'anxiété et de 12 à 2 pour la dépression.

3.2.7.2.6. Evolution de la fatigue

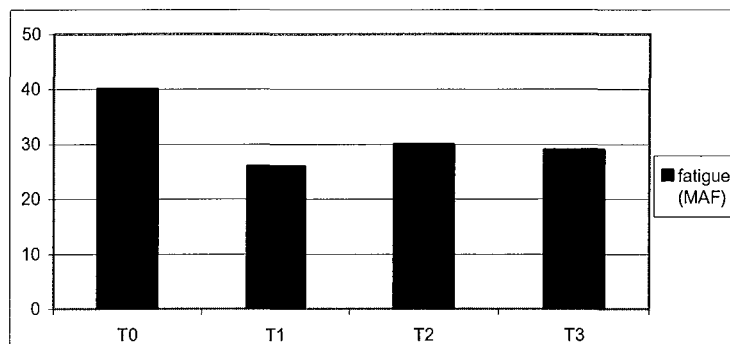


Figure 72 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. A. lors des différentes évaluations.

Initialement, la fatigue est importante (MAF à 37/50). Elle diminue progressivement (MAF finale : 13).

Initialement, le déconditionnement est important à la fois pour la capacité au seuil et la capacité maximale.

Pendant le programme, la capacité à l'effort (maximale et au seuil) progresse, la qualité de vie s'améliore et la fatigue diminue. Il semble exister une phase de plateau dans la progression de la capacité maximale pour M. M. A. qui a bénéficié de plus de séances de réentraînement mais le plateau se situe à une capacité proche des valeurs maximales théoriques. Il n'y a pas de phase plateau dans la progression de la capacité au seuil.

L'activité en milieu ordinaire augmente : plus de 10 000 pas/j en fin de programme.

L'évaluation des paramètres à 3 mois permettra d'étudier le maintien au non de ces améliorations. L'étude du niveau d'activité permettra d'évaluer l'observance.

3.2.8. Cas clinique 8

3.2.8.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. M. D., 45 ans, droitier, conducteur d'engins présente le 17.10.2008 un AVC ischémique sylvien droit d'origine athéromateuse.

Les facteurs de risque cardiovasculaire qu'il présente sont un tabagisme, un mode de vie sédentaire et un antécédent familial de pathologie cardiovasculaire (accident ischémique transitoire chez sa mère).

Le tableau initial associe une hémiparésie gauche à prédominance brachio-faciale et une hémignégligence. Après la phase aiguë, la prise en charge rééducative débute au CRF de Lay Saint Christophe.

Au moment de l'inclusion, il persiste une diminution de l'endurance musculaire de l'hémicorps gauche.

Le programme débute 4 mois après l'AVC. Il comprend 31 séances à raison de 3 puis 4 par semaine pendant 3 mois. La durée moyenne des séances est de 45 min. Le réentraînement est réalisé sur tapis de marche, rameur, ergomètre à bras et cycloergomètre (travail à charge constante et en interval training). La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant les séances est proche de la fréquence au seuil. La tolérance et l'observance pendant le programme sont bonnes.

Dans les suites du réentraînement, il poursuit une prise en charge en réadaptation professionnelle et des séances collectives d'activité physique (natation, sorties vélo). La reprise du poste antérieur débute en juin 2009 avec, initialement, un mi-temps thérapeutique.

L'évaluation à 3 mois n'a pas pu être utilisée pour ce travail.

3.2.8.2. Résultats des évaluations

3.2.8.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque au repos varie peu entre les évaluations : elle est proche de 75 bpm.

Lors de toutes les évaluations, la tension artérielle au repos répond aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

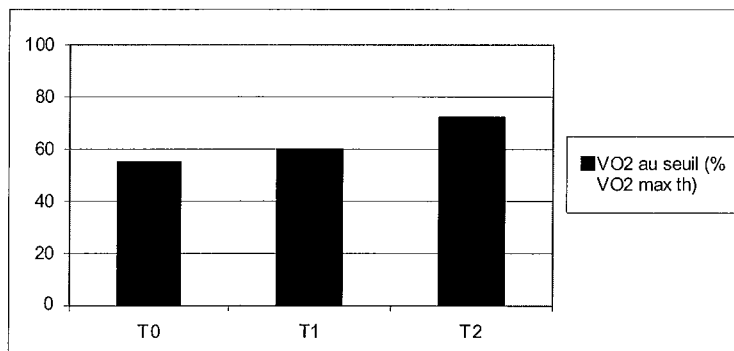


Figure 73 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. M. D. entre les différentes évaluations.

Initialement, la VO₂ au seuil correspond à 53% de la VO₂ max théorique. Pendant le programme, elle augmente progressivement jusque 75% de la VO₂ max théorique.

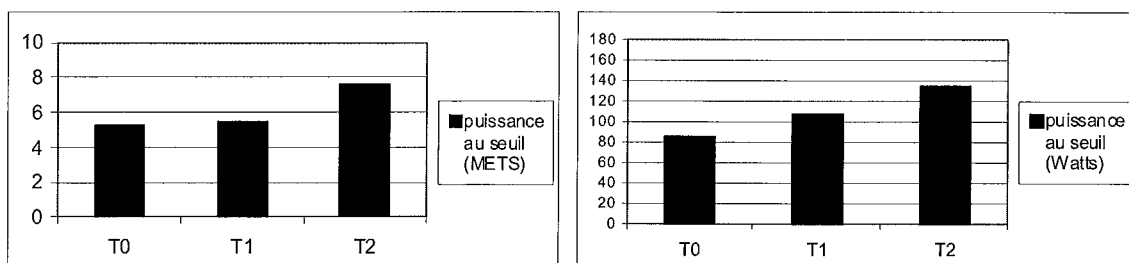


Figure 74 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. D. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil augmente également progressivement : + 50 W, + 2,3 METS entre les évaluations initiale et finale.

La fréquence cardiaque au seuil augmente : + 20 bpm entre le début et la fin du réentraînement.

- Pic de VO₂ et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

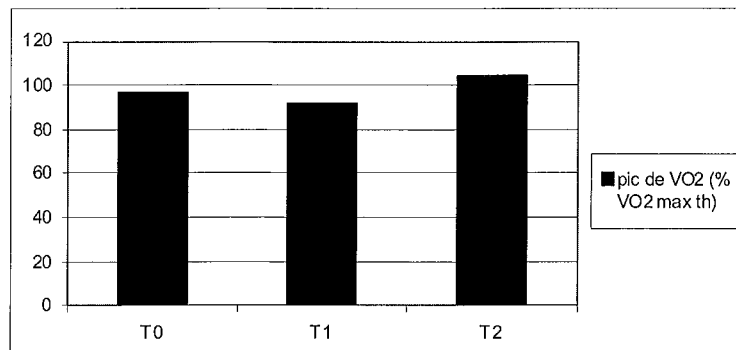


Figure 75 : Evolution du pic de VO₂ exprimé en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. M. D. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO₂ initial est proche de la valeur théorique attendue (92%). Il augmente pendant le réentraînement jusque 104%.

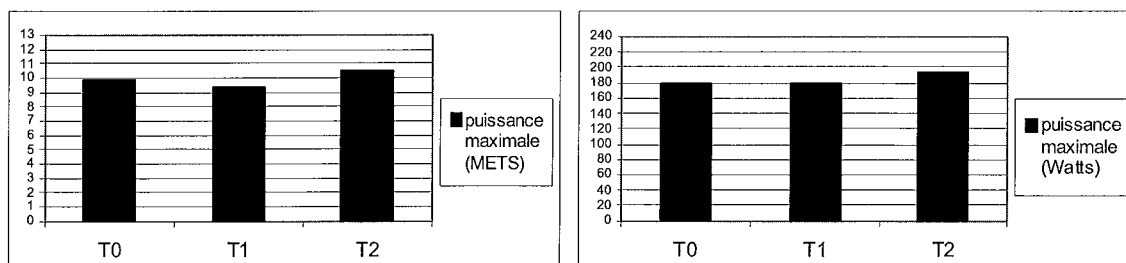


Figure 76 : Evolution de la puissance maximale de M. M. D. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale progresse peu : + 15 W et + 0,7 METS entre le début et la fin du programme mais le niveau initial est élevé (180 W).

Toutes les épreuves sont réalisées jusqu'à une fréquence cardiaque correspondant à 93% de la FMT. Les pics de VO₂ atteints sont donc comparables.

- Critères d'arrêt du test

Les épreuves sont arrêtées soit en raison d'une dyspnée soit en raison d'une fatigue des membres inférieurs.

3.2.8.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

Le bilan lipidique est équilibré au moment de l'inclusion et en fin de programme. Le poids est stable pendant le traitement. Le sevrage tabagique est maintenu en fin de programme.

3.2.8.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

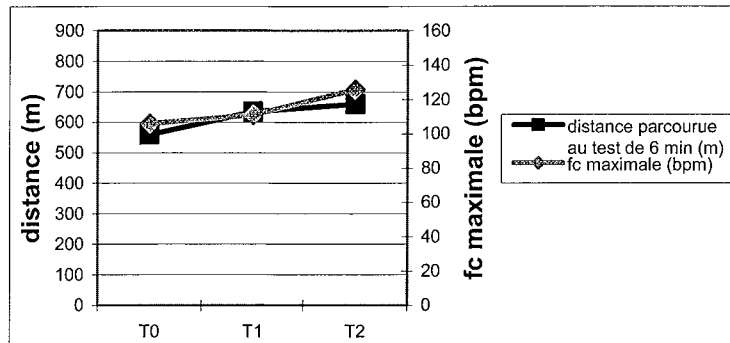


Figure 77 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. D. entre les différentes évaluations.

Initialement, la distance parcourue en 6 min est de 560 m. Pendant le réentraînement, elle progresse de 100 m.

La fréquence cardiaque maximale pendant le test augmente de 63 à 72% de la FMT.

3.2.8.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire est réalisée pendant une semaine de traitement, l'activité mesurée comprend donc les périodes d'activité correspondant aux séances de réentraînement.

- Durée d'éveil

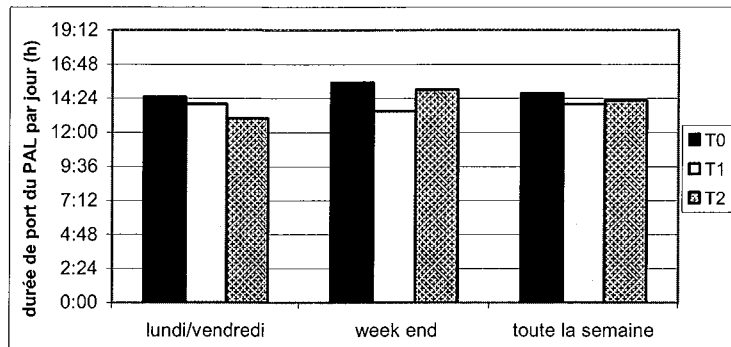


Figure 78 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. D. entre les différentes évaluations.

La durée d'éveil est parfois plus longue en semaine, parfois le week-end. Elle varie peu entre les évaluations, proche de 14h.

- Nombre de pas

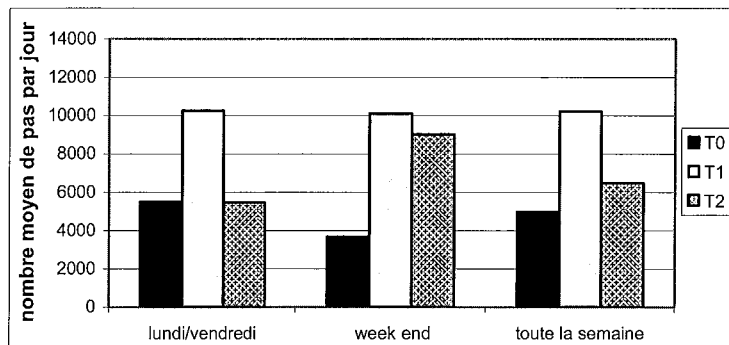


Figure 79 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. D. entre les différentes évaluations.

Lors de l'évaluation intermédiaire qui a lieu pendant une semaine de réentraînement, le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine augmente de façon importante : + 5500 pas/j par rapport au début. Au moment de l'évaluation finale, il diminue mais reste supérieur à la valeur initiale (+ 1500 pas/j).

L'évolution du nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre est similaire, la durée de port variant peu.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » augmente lors de l'évaluation intermédiaire (31%) mais en fin de réentraînement, il retrouve sa valeur initiale : 0%.

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche préférentielle augmente de 10 pas/min entre le début et la fin du programme.

- Evolution des périodes d'activité

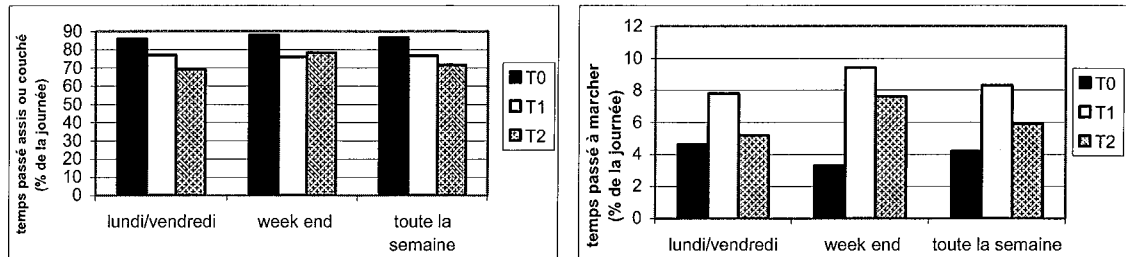


Figure 80 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. D. entre les différentes évaluations.

Le temps passé assis ou couché diminue progressivement pendant le programme alors que la durée de port de l'accéléromètre varie peu : - 15% entre le début et la fin pour l'ensemble de la semaine.

Le temps passé à marcher augmente initialement : + 4% entre les évaluations initiale et intermédiaire. A la fin du programme, il diminue mais reste supérieur à la valeur initiale.

Activité rapportée par le patient

Initialement, M. M. D marche 30 min/j.

Pendant l'évaluation intermédiaire, le traitement comprend 2 séances de travail sur cycloergomètre et 3 séances de natation. En plus de cette activité, M. M. D. marche 45 min/j et fait du vélo 2 h/semaine.

Au moment de l'évaluation finale, il marche 45 min/j et fait du vélo 2 h/semaine et de la natation 2 fois 1 h/semaine.

Au moment de l'évaluation intermédiaire, les séances de réentraînement à sec sont identifiables sur les tracés d'accélérométrie avec un repérage en fonction des horaires et de la durée des périodes d'activité.

Par contre, il existe probablement une sous-estimation de l'activité par l'accéléromètre lors de l'évaluation finale comme cela est décrit dans le paragraphe 3.3.6. Toutefois, les périodes de marche de 45 min décrites par le patient ne sont pas retrouvées à l'analyse des tracés. En fin de réentraînement, il n'y a pas de période de marche continue de plus de 30 min sur les tracés.

3.2.8.2.5. Evolution de la qualité de vie

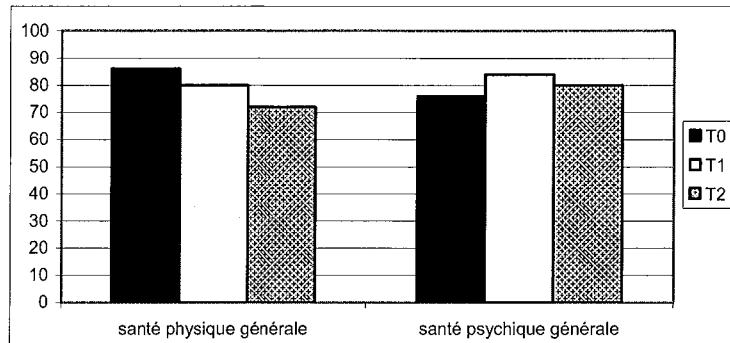


Figure 81 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. D. lors des différentes évaluations.

Les scores initiaux sont de 86/100 pour la santé physique générale et de 76/100 pour la santé psychique générale.

Pendant le réentraînement, le score de santé physique a tendance à diminuer (- 14/100) : il est élevé initialement et sa diminution peut être liée à la prise de conscience des limitations lors du réentraînement et à l'apparition de douleurs (douleurs musculaires au niveau des membres inférieurs).

Le score de santé psychique augmente (+ 8/100) entre les évaluations initiale et intermédiaire. Au moment de l'évaluation finale, il a tendance à diminuer mais reste supérieur au score initial.

3.2.8.2.6. Evolution de la fatigue

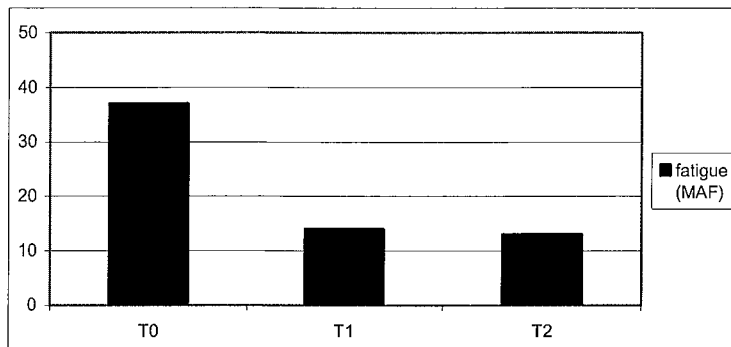


Figure 82 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. D. lors des différentes évaluations.

La fatigue initiale est modérée : MAF à 32. Elle diminue pendant le programme (MAF à 17,5) mais en fin de programme elle a tendance à augmenter (+ 5/50). Cette augmentation peut être liée au début de la prise en charge en atelier dans le secteur professionnel 3 semaines avant la fin du programme.

Initialement, M. M. D. présente essentiellement une diminution de la capacité à l'effort au seuil. Pendant le réentraînement, les paramètres au seuil progressent ainsi que les paramètres à l'effort maximal et l'endurance à la marche.

Pendant le programme, le niveau d'activité augmente (mesure de l'activité réalisée pendant les séances). La qualité de vie diminue et la fatigue a tendance à se majorer.

En fin de programme, le niveau d'activité diminue ; cela peut être lié à l'absence de poursuite de l'activité conseillée ou à une sous-estimation par les mesures en accélérométrie.

L'évaluation des paramètres à 3 mois permettra d'étudier le maintien ou non de l'amélioration de la capacité à l'effort et l'évolution de l'observance.

3.2.9. Cas clinique 9

3.2.9.1. Présentation du patient et du traitement réalisé

M. F. J., 38 ans, droitier, conducteur d'engins et réserviste en gendarmerie présente le 30.09.2008 un AVC ischémique sylvien superficiel gauche. Le bilan étiologique met en évidence des anticorps anti cardiolipide.

Les facteurs de risque cardiovasculaire présentés par M. F. J. sont un tabagisme, une surcharge pondérale, une hyperuricémie et un antécédent familial (infarctus du myocarde chez son père).

Avant l'AVC, M. F. J. pratiquait une activité physique régulière et il souhaiterait la reprendre.

Initialement, il présente une hémiparésie droite, des troubles sensitifs hémicorporels droits et des troubles phasiques. A la phase aiguë, il bénéficie d'une thrombolyse. Dans les suites, la prise en charge rééducative est débutée en secteur libéral.

Lors de l'inclusion, il persiste des troubles sensitifs de la main droite responsable d'une diminution de la dextérité.

Le réentraînement débute 5,5 mois après l'AVC. Le programme comprend 38 séances d'une durée moyenne de 45 min. Le travail est réalisé sur tapis de marche, ergomètre à bras, cycloergomètre (travail en charge constante) et rameur. La fréquence cardiaque maximale atteinte pendant les séances est proche de celle au seuil. La tolérance et l'observance au traitement sont bonnes.

Dans les suites du réentraînement, M. F. J. poursuit la prise en charge en réadaptation professionnelle. Une reprise du poste antérieur à mi-temps thérapeutique débute en août 2009.

L'évaluation à 3 mois n'a pas pu être utilisée pour ce travail.

3.2.9.2. Résultats des évaluations

3.2.9.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque au repos varie peu entre les évaluations : elle est proche de 65 bpm.

Lors de toutes les évaluations, la tension artérielle au repos répond aux objectifs.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

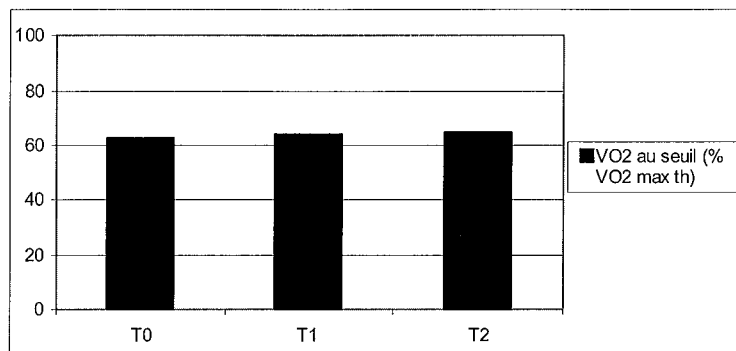


Figure 83 : Evolution de la VO₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique de M. F. J. entre les différentes évaluations.

Initialement, la VO₂ au seuil correspond à 63% de la VO₂ max théorique. Elle progresse peu pendant le programme (jusqu'à 65%).

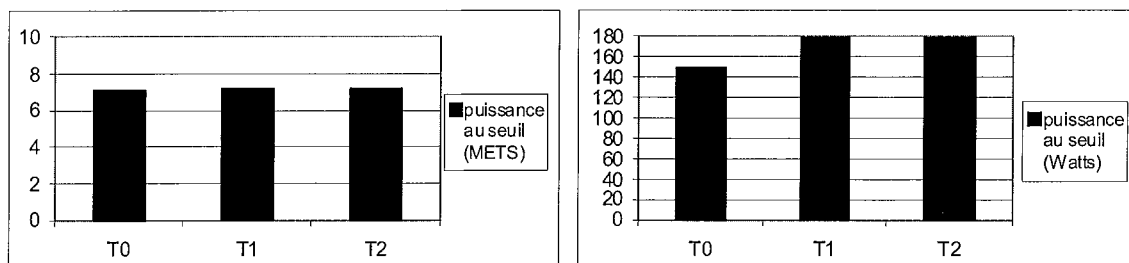


Figure 84 : Evolution de la puissance au seuil de M. F. J. entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil progresse de 28 W entre le début et la fin du réentraînement. La puissance en METS ne varie pas.

La fréquence cardiaque au seuil augmente de 10 bpm pendant le réentraînement.

- Pic de VO_2 et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

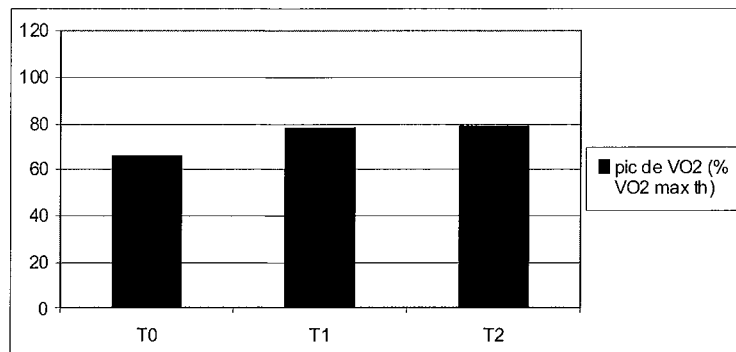


Figure 85 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. F. J. entre les différentes évaluations.

Le pic de VO_2 initial est bas ; il correspond à 66% de la valeur théorique. Pendant le programme, il progresse jusque 79%.

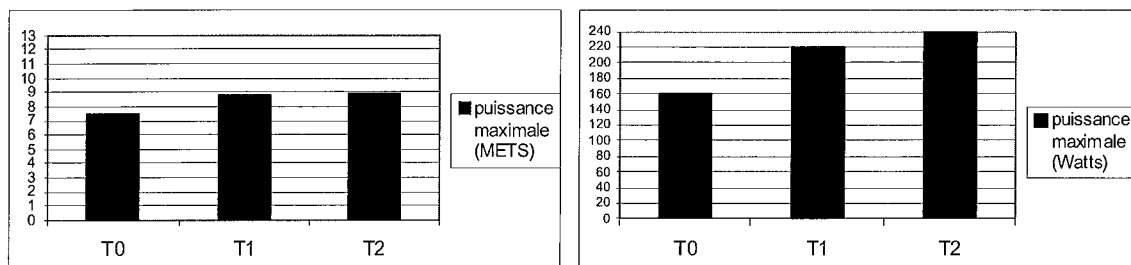


Figure 86 : Evolution de la puissance maximale de M. F. J. entre les différentes évaluations.

La puissance maximale augmente progressivement : + 80 W et + 1,4 METS entre les évaluations initiale et finale.

Les deux premiers tests sont sous-maximaux avec une fréquence cardiaque à 73% de la FMT pour le premier et à 83% pour le deuxième. Le test final est maximal.

La tension artérielle maximale augmente de 175/85 mmHg à 245/90 mmHg.

- Critères d'arrêt du test

Tous les tests sont arrêtés en raison d'une fatigue des membres inférieurs.

3.2.9.2.2. Evolution des facteurs de risque cardiovasculaire

Après l'AVC, M. F. J. a maigri de 4 kg et pendant le programme, son poids diminue de 1 kg. En fin de réentraînement, il persiste cependant une surcharge pondérale. Le bilan lipidique en fin de traitement est équilibré.

3.2.9.2.3. Evolution de l'endurance à la marche

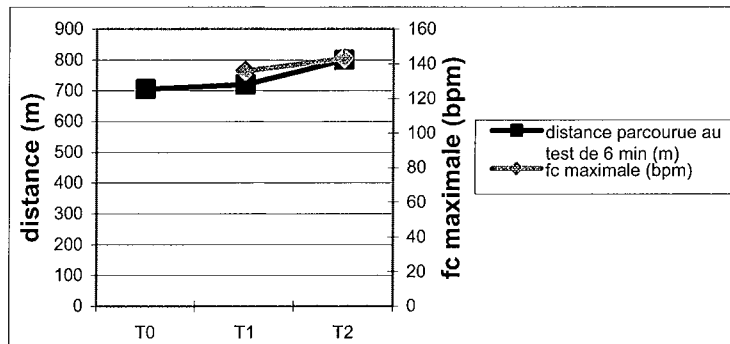


Figure 87 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. F. J. entre les différentes évaluations.

La distance parcourue en 6 min est initialement élevée : 705 m. Cette distance augmente pendant le programme : + 100 m.

3.2.9.2.4. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

L'évaluation intermédiaire est réalisée pendant une semaine de traitement, l'activité mesurée comprend donc les périodes d'activité correspondant aux séances de réentraînement.

- Durée d'éveil

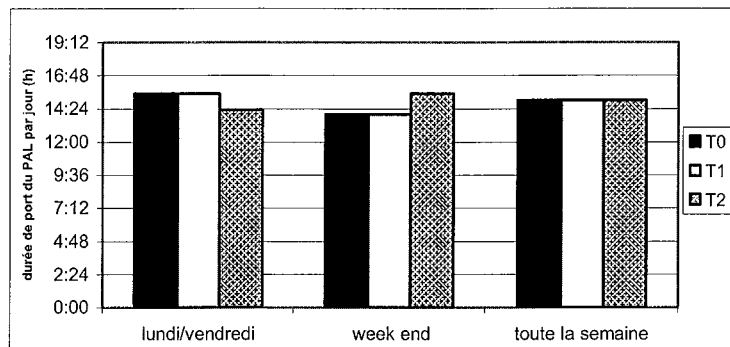


Figure 88 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. F. J. entre les différentes évaluations.

La durée d'éveil est parfois plus longue en semaine, parfois le week-end. La durée moyenne d'éveil ne varie pas entre les évaluations : 15 h.

- Nombre de pas

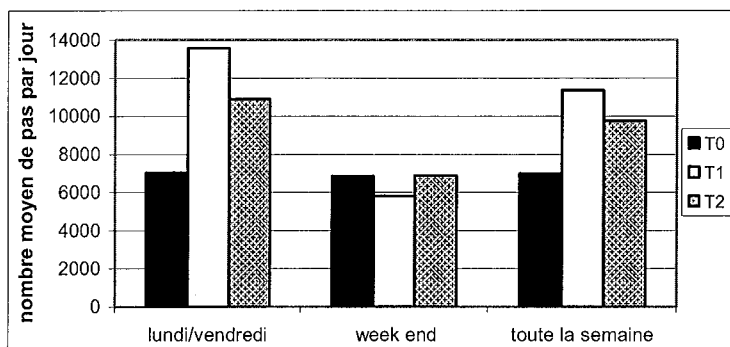


Figure 89 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. F. J. entre les différentes évaluations.

Pour toutes les évaluations, le nombre moyen de pas par jour est plus important en semaine.

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble de la semaine augmente. Lors de l'évaluation intermédiaire, pendant une semaine de traitement, il est supérieur à 10 000 pas/j. En fin de programme, ce nombre diminue mais reste supérieur à la valeur initiale (+ 3000 pas/j entre le début et la fin du programme).

L'évolution du nombre de pas rapporté à la durée du port de l'accéléromètre est similaire.

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » augmente pendant le réentraînement de 0% initialement à 31% en fin de réentraînement.

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche préférentielle augmente pendant le réentraînement de 100-110 pas/min à 130-140 pas/min. Cela traduit probablement une augmentation du niveau d'activité pendant la marche. Le maintien d'une cadence de marche élevée lors de l'évaluation finale peut être en faveur d'une bonne connaissance de l'intensité de l'exercice à fournir et d'une bonne transposition de cette intensité lors de l'activité en milieu ordinaire.

- Evolution des périodes d'activité

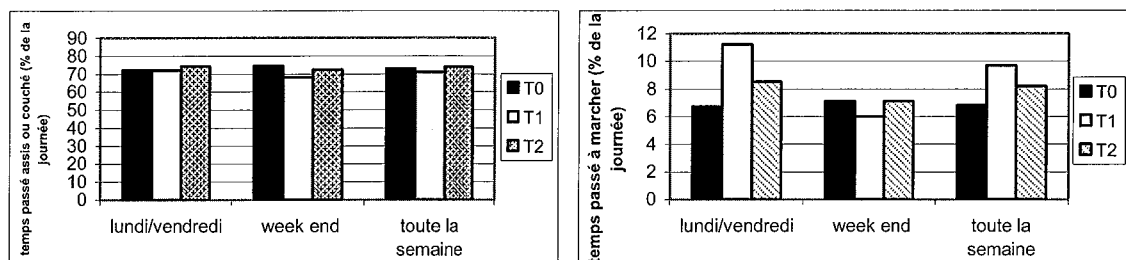


Figure 90 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. F. J. entre les différentes évaluations.

Le pourcentage de temps assis ou couché sur l'ensemble de la semaine est de 72,8% initialement. Pendant le programme, il a tendance à diminuer (- 2%). En fin de programme, il augmente et devient légèrement supérieur à la valeur initiale (+ 1%).

Le temps passé à marcher augmente pendant le programme (+ 3%). En fin de programme, il est inférieur à la valeur retrouvée pendant la semaine de traitement mais supérieur à la valeur initiale (+ 1,5%).

Activité rapportée par le patient

Initialement, M. F. J. ne décrit pas d'activité physique régulière.

Pendant l'évaluation intermédiaire, il bénéficie de 3 séances de réentraînement : ces périodes d'activité sont identifiables sur les tracés d'accélérométrie.

En fin de programme, il marche 30 min/j et a repris ses activités domestiques (jardinage, bois et bricolage). 4 périodes de marche continue de plus de 30 min sont retrouvées sur l'analyse des tracés d'accélérométrie de l'évaluation finale ; cela témoigne de la poursuite d'une l'activité physique régulière immédiatement après le réentraînement.

3.2.9.2.5. Evolution de la qualité de vie

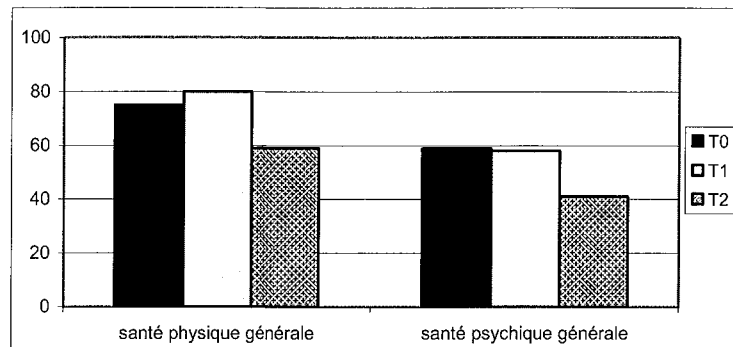


Figure 91 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. F. J. lors des différentes évaluations

Les scores initiaux sont de 75/100 pour la santé physique générale et 59/100 pour la santé psychique générale.

Le score de santé physique progresse entre les évaluations initiale et intermédiaire : +5/100.

En fin de programme, il a tendance à diminuer : -16/100 entre les évaluations initiale et finale.

Le score de santé psychique diminue entre le début et la fin du programme (- 18/100). Cela peut être lié aux troubles du sommeil et aux difficultés financières secondaires à la situation socio-professionnelle de M. F. J.

3.2.9.2.6. Evolution de la fatigue

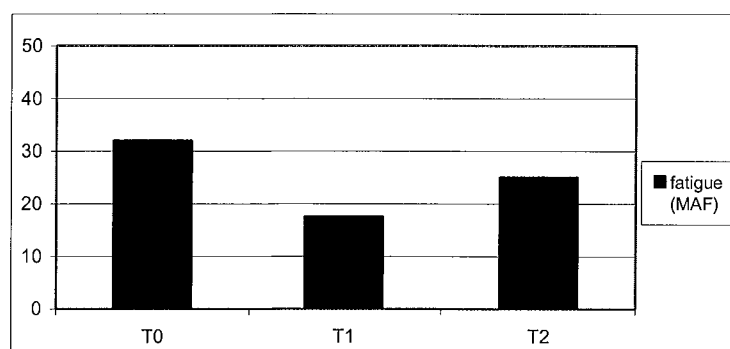


Figure 92 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. F. J. lors des différentes évaluations.

La fatigue initiale est modérée (MAF à 25). En début de programme, elle a tendance à diminuer (- 7/50). En fin de programme, elle augmente et devient supérieure au niveau initial (+ 3/50). Cela peut être dû à des troubles du sommeil que M. F. J. présentait déjà avant l'AVC

mais qui se sont majorés en fin de programme. Un traitement est débuté en fin de réentraînement.

Initialement, le déconditionnement prédomine sur la capacité à l'effort maximale. Pendant le programme, la capacité à l'effort et l'endurance à la marche progressent.

La qualité de vie a tendance à diminuer et la fatigue à augmenter ; cela peut être lié à des éléments indépendants du réentraînement.

Le niveau d'activité final est supérieur au niveau initial et il est proche de celui observé pendant le programme : l'observance à court terme est bonne.

L'évolution de ces modifications à distance de l'arrêt du programme reste à étudier.

3.2.10. Résultats pour la population

3.2.10.1. Caractéristiques de la population et description du programme

Il s'agit de deux femmes et de sept hommes. L'âge de la population est de 45 ans (43-47). Tous les patients avaient au moins un facteur de risque cardiovasculaire avant l'AVC.

Le délai entre l'AVC et l'inclusion est de 5,5 mois (4,5-9).

Le programme dure 3 mois (3-4) et comprend 38 séances (35-42). Pour tous les patients, l'observance pendant le réentraînement est bonne et aucun évènement secondaire ne survient pendant les séances.

3.2.10.2. Evolution des critères d'évaluation

3.2.10.2.1. Evolution de la capacité à l'effort

- Paramètres cardiovasculaires au repos

La fréquence cardiaque et la tension artérielle au repos ne varient pas significativement entre les différentes évaluations.

- Seuil ventilatoire et paramètres au seuil

La VO₂ au seuil et la puissance au seuil en METS ne varient pas significativement entre les différentes évaluations.

La puissance au seuil en Watts augmente significativement entre le début et la fin du réentraînement ($p = 0,02$). Il n'y a pas de variation significative de la puissance au seuil en Watts entre les autres évaluations.

La fréquence cardiaque au seuil ventilatoire augmente significativement entre le début et la fin du réentraînement ($p = 0,03$).

La fréquence cardiaque au seuil a tendance à augmenter entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,08$).

- Pic de VO₂ et paramètres maximaux de l'épreuve d'effort

Le pic de VO₂ et la puissance maximale en METS ont tendance à augmenter entre le début et la fin du réentraînement (p = 0,09).

Ces 2 paramètres ne varient pas significativement entre les autres évaluations.

La puissance maximale en Watts augmente significativement entre le début et la fin du réentraînement (p = 0,02) et entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois (p = 0,03).

La puissance maximale en Watts ne varie pas significativement entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois.

La fréquence cardiaque maximale (% FMT) atteinte pendant l'épreuve d'effort augmente significativement entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois (p = 0,04).

Ce paramètre ne varie pas significativement entre les autres évaluations.

La tension artérielle systolique maximale a tendance à augmenter entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois (p = 0,07). Il n'y a pas de variation significative de la tension artérielle maximale entre les autres évaluations.

3.2.10.2.2. Evolution de l'endurance à la marche

La distance parcourue en 6 min augmente significativement entre les évaluations initiale et finale (p = 0,01) et entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois (p = 0,03).

La distance parcourue en 6 min ne varie pas significativement entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois.

La fréquence cardiaque maximale pendant le test de 6 min augmente significativement entre le début et la fin du programme (p = 0,03).

La fréquence cardiaque maximale pendant le test de 6 min a tendance à augmenter entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois (p = 0,07).

3.2.10.2.3. Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

- Durée d'éveil

La durée moyenne de port de l'accéléromètre par jour ne varie pas significativement entre les différentes évaluations.

- Nombre de pas

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble d'une semaine diminue significativement entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,05$).

Le nombre moyen de pas par jour sur l'ensemble d'une semaine a tendance à diminuer entre le début du programme et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,07$).

Le nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre a tendance à augmenter entre le début et la fin du réentraînement ($p = 0,07$).

Le nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre diminue significativement entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,05$).

- Cadence de marche préférentielle

La cadence de marche préférentielle ne varie pas significativement entre les évaluations.

- Evolution des périodes d'activité

Le pourcentage de temps passé assis ou couché pendant une semaine augmente significativement entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,03$).

Il n'y a pas de variation significative de ce paramètre entre les autres évaluations.

Le pourcentage de temps passé à marcher diminue de façon significative entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois ($p = 0,05$).

Il n'y a pas de variation significative de ce paramètre entre les autres évaluations.

- Profil d'activité

Le pourcentage de pas dits « thérapeutiques » (cf 3.1.2.2.3) ne varie pas significativement entre les différentes évaluations.

- Activité déclarée/Activité mesurée

La durée d'activité décrite est significativement inférieure à la durée d'activité mesurée par l'ActivPAL™ lors de l'évaluation à 3 mois ($p = 0,03$).

3.2.10.2.4. Evolution de la qualité de vie

Les scores généraux de santé physique et de santé psychique ne varient pas significativement entre les évaluations pour la population générale.

Les scores de qualité de vie pour M. T. G. (patient n°6) ont été perturbés par des événements indépendants du réentraînement. Lors de l'étude de l'évolution de la qualité de vie réalisée en ne prenant pas en compte ses scores :

- le score de santé psychique générale a tendance à augmenter entre les évaluations initiale et finale ($p = 0,07$).
- le score de santé psychique générale a tendance à augmenter entre l'évaluation initiale et celle à 3 mois ($p = 0,07$).
- le score de santé physique générale a tendance à diminuer entre les évaluations finale et à 3 mois ($p = 0,08$).

3.2.10.2.5. Evolution de la fatigue

La fatigue a tendance à diminuer entre les évaluations initiale et finale ($p = 0,1$ avec le patient n°6 et $p = 0,06$ en excluant le patient n°6).

La fatigue ne varie pas significativement entre les autres évaluations.

Modifications observées entre le début et la fin du réentraînement :

- la puissance au seuil en Watts augmente significativement.
- la puissance maximale en Watts augmente significativement.
- la fréquence cardiaque au seuil ventilatoire augmente significativement.
- la distance parcourue en 6 min augmente significativement.
- la fréquence cardiaque maximale pendant le test de 6 min augmente significativement.

- le pic de VO₂ a tendance à augmenter.
- la puissance maximale en METS a tendance à augmenter.
- le nombre de pas par heure d'éveil a tendance à augmenter.
- la santé psychique générale a tendance à s'améliorer.
- la fatigue a tendance à diminuer.

Modifications observées entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois de l'arrêt :

- le nombre moyen de pas par jour diminue significativement.
- le nombre de pas par heure d'éveil diminue significativement.
- le pourcentage de temps passé assis ou couché augmente significativement.
- le pourcentage de temps passé à marcher diminue significativement.

- la fréquence cardiaque au seuil a tendance à augmenter.
- la santé physique a tendance à diminuer.

Modifications observées entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois de l'arrêt :

- la puissance maximale en Watts augmente significativement.
- la fréquence cardiaque maximale atteinte pendant l'épreuve d'effort augmente significativement.
- la distance parcourue en 6 min augmente significativement.
- la tension artérielle systolique maximale a tendance à augmenter.
- la fréquence cardiaque maximale pendant le test de 6 min a tendance à augmenter.
- le nombre moyen de pas par jour a tendance à diminuer.
- la santé psychique a tendance à augmenter (en excluant le patient n°6).

Liens significatifs retrouvés entre :

- sédentarité et VO_2 au seuil initiale faible ($p = 0,02$).
- traitement initial par thrombolyse et pic de VO_2 initial plus élevé ($p = 0,01$).
- atteinte hémisphérique droite et VO_2 au seuil initiale faible ($p = 0,05$).
- distance parcourue au test de 6 min élevée et âge jeune ($p = 0,02$).
- progression de la distance au test de 6 min pendant le réentraînement et durée initiale de port de l'accéléromètre plus importante ($p = 0,03$).
- délai post AVC long et durée initiale de port de l'accéléromètre faible ($p = 0,01$).

Tendance à un lien entre :

- traitement initial par thrombolyse et VO_2 au seuil initiale plus élevée ($p = 0,06$).
- fatigue initiale élevée et délai post AVC court ($p = 0,09$).
- existence de troubles cognitifs et pic de VO_2 initial faible ($p = 0,09$).
- progression de la distance au test de 6 min pendant le réentraînement et puissance maximale en Watts initiale élevée ($p = 0,08$).
- progression de la distance au test de 6 min pendant le réentraînement et VO_2 au seuil initiale plus élevée ($p = 0,08$).
- progression de la distance au test de 6 min pendant le réentraînement et pourcentage de temps passé à marcher initial élevé ($p = 0,08$).
- progression de la distance au test de 6 min pendant le réentraînement et nombre moyen de pas par jour initial élevé ($p = 0,08$).

3.3. Discussion

3.3.1. Existence d'un déconditionnement en post AVC

Cette étude confirme l'existence d'un déconditionnement en post AVC. Ainsi, selon les différentes définitions du déconditionnement :

- 5 patients ont une VO₂ au seuil initiale inférieure à 50% de la VO₂ max théorique [10].
- 7 patients sur 9 ont un pic de VO₂ inférieur à 84% de la VO₂ max théorique [20].

Toutefois, le pic de VO₂ initial de certains patients peut être sous-estimé lors des mesures en début de réentraînement comme cela sera décrit dans le paragraphe 3.3.5.

Le niveau de déconditionnement mis en évidence dans cette étude (pic de VO₂ initial : médiane 66% (63-82%) de la VO₂ max théorique) est concordant avec celui rapporté par Ramas [23] en post AVC.

Causes du déconditionnement observé en post AVC

Pour 2 patients (n°1 et 5), un test d'effort avait été réalisé avant l'AVC. La puissance maximale atteinte pendant le test d'effort en post AVC est inférieure à celle atteinte avant l'AVC ce qui peut faire évoquer une diminution de la capacité à l'effort en post AVC. Cependant ces épreuves d'effort ne comportaient pas de mesure des échanges gazeux, nous ne pouvons donc pas étudier l'évolution des paramètres de VO₂.

De plus, nous ne disposons pas d'un examen de référence avant l'AVC pour tous les patients, il n'est donc pas possible de différencier un déconditionnement préexistant à l'AVC, constituant un facteur de risque, d'un déconditionnement survenu dans les suites de l'AVC.

Comme dans la littérature, nous retrouvons différents éléments ayant une influence sur le degré de déconditionnement.

Ainsi, les patients sédentaires avant l'AVC ont une VO₂ au seuil initiale (en % de la VO₂ max théorique) qui est significativement inférieure à celle des patients actifs. Cela est concordant avec les données de la littérature [11] et avec l'hypothèse qu'au moins une partie du déconditionnement préexiste à l'AVC.

La VO₂ au seuil (en % de la VO₂ max théorique) a tendance à être plus élevée pour les patients ayant bénéficié d'une thrombolyse et le pic de VO₂ initial (en % de la VO₂ max théorique) est significativement plus élevé pour ces patients. Ces résultats ne semblent pas liés au degré de récupération post-thrombolyse car parmi les 2 patients (n°3 et 4) qui gardent des déficiences sensitivo-motrices importantes, l'un a bénéficié d'une thrombolyse et l'autre pas. Les éventuels effets à moyen terme de la thrombolyse ne sont probablement pas tous connus. Toutefois, ces résultats sont à analyser avec précaution car des facteurs de confusion peuvent intervenir : ainsi le délai moyen entre l'AVC et le début du réentraînement est plus important pour les patients ayant bénéficié d'une thrombolyse (9 mois en moyenne versus 6 mois), la différence observée peut donc être due à l'évolution naturelle de la capacité à l'effort. En effet, d'après les études longitudinales de MacKay-Lyons [40] et de Fujitani [26], sans réentraînement spécifique, la capacité à l'effort de patients en post AVC a tendance à augmenter progressivement avec le délai post AVC.

La VO₂ au seuil (en % de la VO₂ max théorique) est significativement plus faible pour les patients présentant une atteinte hémisphérique droite. Les troubles cognitifs présents chez ces patients, en particulier la négligence, peuvent avoir un impact sur le déconditionnement. Toutefois, ce résultat est à analyser avec prudence, d'autres éléments que la localisation de l'AVC peuvent constituer des facteurs de confusion. Ainsi, les 2 patients qui gardent des déficiences sensitivo-motrices importantes sont parmi les patients ayant une atteinte hémisphérique droite.

Compte tenu de l'effectif restreint de patients conservant des déficiences sensitivo-motrices sévères, nous n'avons pas pu rechercher de corrélation entre la persistance de ces déficiences et le degré de déconditionnement.

Conformément à ce qui a été décrit dans les études précédentes [29], il n'y a pas de différence significative du degré de déconditionnement en fonction de l'âge des patients.

Contrairement aux études précédentes [13, 26, 40], cette étude ne met pas en évidence de déconditionnement plus important pour les patients athéromateux ni de variation significative en fonction du délai post AVC. Cela peut être lié au faible effectif de la population qui est responsable d'un manque de puissance statistique.

Nous ne trouvons pas de corrélation entre le niveau d'activité initial mesuré par l'ActivPAL™ (nombre moyen de pas par jour, nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre et pourcentage de temps passé à marcher) et la capacité à l'effort (VO_2 au seuil et pic de VO_2 exprimés en % de la VO_2 max théorique). Des résultats similaires sont rapportés par Michael [25] qui met en évidence une corrélation des données du monitoring d'activité avec la vitesse de marche et l'équilibre mais pas avec le pic de VO_2 à 10 mois post AVC pour des patients ayant des déficits moteurs modérés (marche avec ou sans aides techniques).

Toutefois, dans une autre étude à 10 mois post AVC, Michael [103] trouve une corrélation entre un pic de VO_2 faible en post AVC et un niveau d'activité mesuré faible (nombre moyen de pas par jour et pourcentage de pas réalisés à une cadence élevée). Dans cette seconde étude, un nombre plus important de patients marchait avec une aide technique.

La mise en évidence d'une telle corrélation dépend probablement des caractéristiques de la population étudiée en particulier des capacités de marche des patients. La nature de la corrélation (cause ou conséquence) entre la diminution de la capacité à l'effort et un niveau d'activité faible n'est pas établie.

Retentissement du déconditionnement en post AVC

Cette étude ne met pas en évidence de corrélation entre la distance parcourue pendant le test de 6 min et la capacité à l'effort mesurée par épreuve d'effort (VO_2 au seuil ou pic de VO_2 en % de la VO_2 max théorique). Cela est concordant avec les études de Eng [32], Tang [30] et Pang [39] qui concluent que la distance parcourue au test de 6 min n'est pas un bon indicateur de la capacité à l'effort en post AVC. D'autres facteurs interviennent probablement : déficiences sensori-motrices, troubles de l'équilibre, degré de motivation lors de la réalisation du test...

Comme dans la population saine [202], il existe une corrélation entre la distance parcourue et l'âge.

Comme Michael [103], nous ne mettons pas en évidence de corrélation entre le degré de déconditionnement et la fatigue perçue ni de lien entre le niveau d'activité (nombre moyen de pas par jour, nombre moyen de pas par heure de port de l'accéléromètre et pourcentage de temps passé à marcher) et l'importance de la fatigue. Vraisemblablement, le déconditionnement seul n'explique pas l'importance de la fatigue décrite en post AVC.

D'autres éléments participent probablement comme les troubles du sommeil et les troubles anxio-dépressifs qui sont présents pour plusieurs patients.

Il n'y a pas non plus de lien retrouvé entre la capacité à l'effort et la qualité de vie psychique ou physique ressentie.

3.3.2. Impacts à court terme d'un programme de réentraînement en post AVC

Impacts sur les capacités

Comme dans les études précédentes [34, 36, 60, 85, 88], il semble que ce programme ait permis une amélioration de la capacité à l'effort : augmentation significative de la puissance maximale et au seuil mesurées en Watts et tendance à l'augmentation de la puissance maximale en METS et du pic de VO_2 entre le début et la fin du réentraînement.

L'absence de variation significative de la VO_2 au seuil peut s'expliquer par différentes hypothèses :

- absence réelle de variation de ce paramètre.
- existence d'une variation qui n'a pas pu être mise en évidence compte tenu du faible effectif. Des difficultés techniques liées aux fuites du masque restreignent encore la population pour laquelle l'évaluation de ce paramètre est réalisée.

Comme dans les études précédentes [60, 163], malgré une amélioration de la capacité à l'effort pendant le programme de réentraînement, certains patients restent déconditionnés. En effet, en fin de réentraînement, selon les définitions de déconditionnement :

- 2 patients sur 7 ont toujours une VO_2 au seuil inférieure à 50% de la VO_2 max théorique [10].
- 4 patients sur 7 ont toujours un pic de VO_2 inférieur à 84% de la VO_2 max théorique [20].

La VO_2 au seuil progresse de 10% (0-48%) et le pic de VO_2 de 15% (1,5-24,5%) de la VO_2 max théorique. La progression du pic de VO_2 est proche de celles observées dans la littérature [31, 34, 36, 37, 107, 150].

Dans notre étude, la puissance maximale en Watts progresse plus que le pic de VO_2 : progression de 43% (19-60%). Certains auteurs [28, 31, 37, 94] mettent également en évidence une dissociation entre la progression de la puissance maximale en Watts et celle du pic de VO_2 et font l'hypothèse que l'augmentation plus importante de la puissance maximale est liée essentiellement à une amélioration de la fonction motrice et dans une moindre mesure à une amélioration de la capacité à l'effort.

Comme cela a été décrit par Potempa [60], il n'y a pas de variation significative des paramètres cardiovasculaires de repos. Contrairement à Potempa [60], nous ne mettons pas en évidence de diminution significative de la tension artérielle systolique maximale. Cependant, avant le début du réentraînement, la plupart des patients bénéficiaient d'un traitement par inhibiteur de l'enzyme de conversion à posologie optimale.

Comme les études précédentes [34, 35, 81, 89, 90, 151, 154], cette étude met en évidence une amélioration fonctionnelle avec une progression de la capacité de marche après réentraînement. En effet, il existe une augmentation significative du périmètre de marche au test de 6 min entre le début et la fin du réentraînement. La progression est de 70 m (30-100). Cette amélioration s'accompagne d'une augmentation significative de la fréquence cardiaque maximale atteinte pendant le test. L'augmentation concomitante de la distance parcourue et de la fréquence cardiaque maximale doit faire discuter le mécanisme de progression de l'endurance mesurée :

- réelle amélioration du périmètre de marche,
- phénomène d'apprentissage après la réalisation de plusieurs tests de 6 min entraînant une meilleure connaissance par le patient de ses capacités et de ses limites [19],
- variation de la motivation du patient lors de la réalisation des différents tests [99]...

Impacts sur les performances en milieu ordinaire

Le plus souvent, l'impact d'un programme de réentraînement sur les performances en milieu ordinaire n'est évalué que par autoquestionnaires. Le monitoring d'activité par l'ActivPAL™ nous semble intéressant afin d'obtenir des informations objectives sur le niveau d'activité. Nous développerons les intérêts de cette technique dans les paragraphes 3.3.6. et 3.3.7.

Immédiatement après l'arrêt du programme, il n'y a que peu de modifications du niveau d'activité : seul le nombre de pas par heure d'éveil a tendance à augmenter entre le début et la fin du réentraînement.

Impacts sur la qualité de vie

Il ne semble pas y avoir d'impact sur la qualité de vie physique ressentie, contrairement à ce que trouvent Duncan [170], Teixeira-Salmera [86] et Weiss [166] après un programme de réentraînement en post AVC.

Nous retrouvons une tendance à l'amélioration de la qualité de vie psychique : tendance à l'augmentation du score de l'item de santé psychique générale de la SF36.

Les résultats observés ne sont probablement pas uniquement liés au programme de réentraînement car de nombreux facteurs indépendants du réentraînement peuvent intervenir à la fois comme facteurs d'amélioration ou de détérioration de la qualité de vie perçue.

Ces modifications peuvent également être liées à l'évolution naturelle de la qualité de vie : d'après Schlote [118], la qualité de vie perçue a d'abord tendance à s'améliorer en post AVC avant un déclin après le retour en milieu ordinaire.

Le choix de la SF36 pour mesurer des changements sur de courtes périodes peut également être discuté [167]. En effet, Hobart [194] met en évidence que la SF36 a tendance à sous-estimer les changements de la qualité de vie par rapport à d'autres échelles.

Pour certains patients, les réponses au questionnaire peuvent être perturbées par les troubles cognitifs responsables de difficultés de compréhension des items et des systèmes de cotation avec une diminution de la reproductibilité du questionnaire [113].

De plus, il n'y a pas de relation simple entre qualité de vie estimée par les patients, capacités fonctionnelles et degré de récupération [113, 116].

Il nous semble toutefois que la qualité de vie perçue par le patient est un critère à prendre en compte, l'un des objectifs des traitements étant une amélioration la qualité de vie [113, 114].

Impacts sur la fatigue

L'évaluation du retentissement d'un réentraînement sur le niveau de fatigue nous semble également intéressante : une des craintes pourrait être que l'augmentation de l'activité physique majore la fatigue qui est déjà importante en post AVC.

Au contraire, à la différence de l'étude de Bateman [171] qui ne trouve pas de modification de la fatigue après réentraînement, cette étude met en évidence une tendance à la diminution de la fatigue entre le début et la fin du réentraînement. Des résultats similaires ont été décrits après réentraînement à l'effort pour des patients en post infarctus du myocarde ou présentant une insuffisance cardiaque chronique [12]. Il semble également que l'activité physique permette une diminution de la fatigue ressentie par des patients atteints de sclérose en plaques [125]. L'activité physique adaptée peut être proposée comme traitement non médicamenteux de la fatigue [12].

Cette diminution de la fatigue peut toutefois être en partie liée à l'évolution naturelle. Contrairement à l'étude de Ingles [128] qui ne trouve pas d'influence du délai post AVC sur l'évolution de la fatigue, notre étude met en évidence lors de l'évaluation initiale une fatigue qui a tendance à être plus élevée pour les patients dont le délai post AVC est le plus court. Schepers [130] trouve au contraire que la fatigue a tendance à se majorer pendant la première année.

Comme pour la SF36, le recueil des données avec la MAF peut être perturbé par les troubles cognitifs.

De même, des éléments indépendants du réentraînement peuvent influencer son évolution : effet iatrogène de certains traitements, troubles du sommeil, syndrome anxio-dépressif...

Le programme de réentraînement réalisé semble avoir essentiellement un impact sur les capacités du patient (capacité à l'effort, capacité de marche...).

L'amélioration de ces capacités n'est pas associée à une augmentation de l'activité locomotrice réalisée en milieu ordinaire.

3.3.3. Impacts à moyen terme d'un programme de réentraînement en post AVC

L'évaluation des effets à moyen terme du programme de réentraînement n'a pu être réalisée que pour un effectif restreint de la population ce qui diminue la puissance statistique de cette partie de l'étude. Le risque est de ne pas mettre en évidence une variation existante.

Toutefois, l'absence de maintien à 3 mois de certains paramètres à leur niveau post réentraînement est intéressante à étudier, car elle confirme que la progression observée pendant le programme n'est pas due uniquement à l'évolution naturelle mais bien à la prise en charge.

Impacts sur les capacités

L'analyse de l'évolution du pic de VO_2 et de la VO_2 au seuil entre la fin du réentraînement et 3 mois post AVC n'a été réalisée que pour 5 patients.

Pour la plupart de ces patients, le pic de VO_2 et la VO_2 au seuil semblent stables entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois.

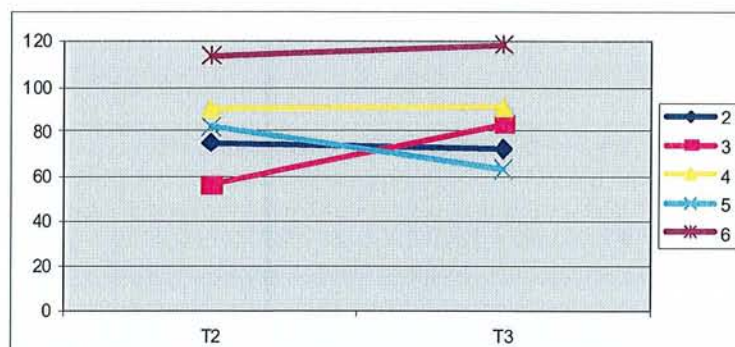


Figure 93 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.

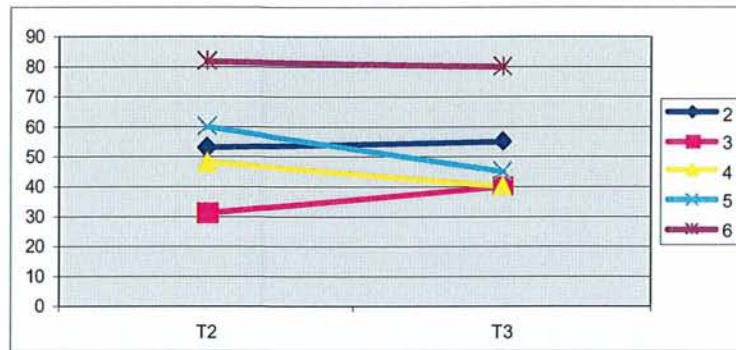


Figure 94 : Evolution de la VO₂ au seuil exprimée en pourcentage de la VO₂ max théorique entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.

Il convient toutefois de noter que parmi ces 5 patients, 2 (n°2 et 6) poursuivent une activité physique encadrée au Centre de Réadaptation. Le travail en endurance réalisé pendant ces séances peut jouer un rôle dans le maintien de la capacité à l'effort à son niveau post réentraînement.

Pour la patiente n°3, l'augmentation de ces paramètres peut être liée à :

- un biais de mesure secondaire au choix inadapté du protocole de l'épreuve d'effort lors de l'évaluation finale : probable sous-estimation de la capacité à l'effort en fin de réentraînement.
- l'efficacité sur la capacité à l'effort de l'activité poursuivie (15 min quotidiennes d'activité d'intensité modérée). (Annexe 8 Tableau XXXVIII)

Pour les patients n°4 et 5, la diminution de la capacité à l'effort en post réentraînement peut être due à l'absence de maintien d'une activité physique régulière à distance du programme.

Il semble donc que la poursuite d'une activité physique régulière soit nécessaire au maintien de la capacité à l'effort comme cela est décrit par Werner [145].

Malgré la tendance à la diminution de la capacité à l'effort observée pour certains patients après l'arrêt du réentraînement, la puissance maximale en Watts augmente significativement entre le début du programme et l'évaluation à 3 mois. Cela peut confirmer l'hypothèse d'une dissociation entre la progression de la capacité à l'effort et celle de la force comme cela est évoqué par Potempa [31] et Janssen [34].

La distance parcourue en 6 min augmente significativement entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois.

Comme dans la littérature [82, 168, 169, 176], les capacités de marche de la plupart des patients semblent stables à distance de l'arrêt du programme.

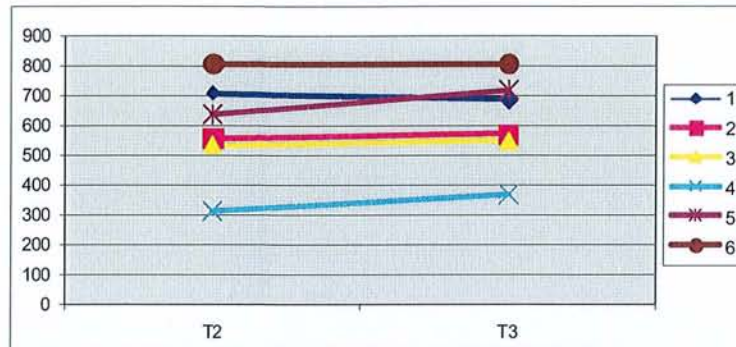


Figure 95 : Evolution de la distance parcourue (m) pendant le test de 6 min entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.

Toutefois, pour certains patients (n°4 et 5), la progression du périmètre de marche se poursuit après la fin du réentraînement. Cette progression est sans doute plus liée à une augmentation de la force produite par les membres inférieurs [157], à des améliorations du schéma de marche et de l'équilibre [166] et à l'utilisation de compensations [98] qu'à une progression de la capacité à l'effort comme cela est décrit par Ada [81]. Une diminution du coût énergétique de la marche peut également participer aux améliorations constatées [94, 141].

Des analyses de la marche réalisées en laboratoire du mouvement [98] et des mesures ambulatoires de la consommation d'O₂ [203] pendant la marche pourraient permettre de préciser les mécanismes de cette progression des capacités de marche.

Impacts sur les performances et l'activité en milieu ordinaire

Nous développerons l'évolution des performances en milieu ordinaire et les intérêts de la technique de monitoring de l'activité dans les paragraphes 3.3.6. et 3.3.7.

Le score à l'échelle de Frenchay est de 28 (23,5-32,5) ce qui est proche de celui décrit par Wyller [204] à 1 an post AVC.

Cette étude ne met pas en évidence de corrélation entre le score à l'échelle de Frenchay à 3 mois et les données sur le niveau d'activité physique obtenues par accélérométrie à 3 mois (nombre moyen de pas par jour et par heure de port, pourcentage de temps passé à marcher).

Il n'y a pas non plus de corrélation entre le score de l'échelle de Frenchay et la fatigue ou la capacité à l'effort. Cela peut être lié au faible effectif ou à l'absence de spécificité de cette échelle qui évalue la participation du patient à différentes AVJ n'ayant pas toutes le même coût énergétique. Ainsi, le score total ne permet pas d'identifier les patients réalisant les AVJ les plus intenses nécessitant une capacité à l'effort plus importante.

Impacts sur la qualité de vie et la fatigue

La santé physique a tendance à diminuer entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. La santé psychique est stable. Au contraire, 6 mois après la fin de la prise en charge, Hopman [122] trouve une diminution de la qualité de vie psychique alors que la qualité de vie physique se maintient chez des patients en post AVC.

L'altération de la qualité de vie observée peut être liée à l'arrêt de la prise en charge dans l'établissement et non pas uniquement à l'arrêt du réentraînement. En effet, les scores de qualité de vie physique et psychique diminuent pour 3 patients sur 6 et parmi ces patients, 2 ne sont plus pris en charge et retournent en milieu ordinaire alors que tous les autres patients poursuivent une prise en charge dans l'établissement jusqu'à 3 mois de l'arrêt du réentraînement.

Toutefois malgré cette diminution, la santé psychique a tendance à augmenter entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois.

La fatigue ne varie pas significativement après l'arrêt du programme.

3.3.4. Réalisation d'un programme de réentraînement en post AVC

Sécurité et faisabilité d'un programme de réentraînement à l'effort

Cette étude confirme qu'un réentraînement à l'effort en post AVC est réalisable sans risque majeur : aucune complication n'est survenue pendant les séances ni pendant les évaluations [11, 151]. Toutefois, la sécurité du programme doit être assurée par la réalisation préalable d'investigations cardiovasculaires. En effet, il est important, chez ces sujets à risque cardiovasculaire élevé, de rechercher des lésions athéromateuses asymptomatiques associées [104, 108].

Ainsi, pour un patient, l'évaluation cardiologique préalable au réentraînement a mis en évidence une coronaropathie qui a nécessité une prise en charge spécifique et le patient n'a pas été inclus dans le protocole.

La surveillance des paramètres cardiovasculaires et des signes fonctionnels pendant les séances permet d'adapter le niveau de l'effort pour limiter les risques de complications [11].

Comme cela est décrit [35, 151], la compliance pendant le programme a été bonne et aucun patient n'a abandonné le réentraînement (en dehors du patient qui a dû arrêter le programme pour des raisons médicales indépendantes de l'AVC et de la tolérance au réentraînement).

Recherche de facteurs prédictifs de l'efficacité du programme

L'absence d'efficacité d'un programme de réentraînement chez certains patients est décrite dans certaines études [31, 37, 60, 107]. Potempa [60] fait l'hypothèse que des limitations cardiovasculaires ou musculosquelettiques peuvent participer à l'absence de progression de certains patients mais il ne décrit pas d'éléments pouvant étayer cette explication.

Dans notre étude, pour 2 patients (n°3, 4) il existe une tendance à la diminution de la VO_2 au seuil et du pic de VO_2 entre le début et la fin du programme.

Pour l'un des 2 (n°3), cette diminution constatée peut être liée soit :

- à une sous-estimation de ces paramètres lors de l'évaluation finale en raison du choix d'un protocole d'épreuve d'effort inadapté
- à un programme de réentraînement plus court (20 séances) que pour les autres patients (38 séances (35-42)).

Pour l'autre patient (n°4), cette diminution ne semble pas due à un biais de mesure, le programme réalisé n'est pas différent de celui réalisé par les autres patients en termes de nombre de séances et le niveau de travail pendant les séances semble proche du seuil ventilatoire.

Il convient de noter que ces patients sont les 2 seuls patients présentant encore des déficiences sensori-motrices sévères au moment du réentraînement. Cela peut avoir un impact sur leur capacité de réentraînement et sur le niveau de puissance qu'ils peuvent atteindre pendant les séances et les évaluations.

Toutefois, il existe une dissociation entre l'évolution de la capacité à l'effort mesurée par test d'effort et celle des capacités de marche et des performances en milieu ordinaire. En effet, le patient n°4, dont la capacité à l'effort évaluée par test d'effort diminue, progresse pendant le réentraînement au niveau de sa capacité de marche (+ 170 m au test de 6 min) et en termes de performances en milieu ordinaire (+ 3000 pas/j).

Le programme semble donc être malgré tout efficace sur certains aspects ; d'autres mécanismes d'amélioration que la progression de la capacité à l'effort seule participent probablement : amélioration du schéma de marche et de l'équilibre par la pratique d'une marche régulière...

Pour essayer d'identifier des facteurs prédictifs de l'efficacité du réentraînement, nous avons recherché des facteurs associés à une augmentation plus importante du périmètre de marche au test de 6 min pendant le programme car c'est un des éléments qui est amélioré significativement après le programme.

Dans notre étude, les caractéristiques des sujets (âge, sexe, sédentarité préalable à l'AVC) ne semblent pas avoir d'influence sur la progression de la capacité de marche. Au contraire, Katz-Leurer [85] trouve un impact plus important d'un réentraînement sur les capacités de marche pour les sujets les plus âgés.

Les caractéristiques de l'AVC (localisation, origine athéromateuse ou non) ne semblent pas non plus modifier l'efficacité du programme.

Dans cette étude, la capacité à l'effort initiale (pic de VO_2 et puissances maximale (en METS) et au seuil (en METS et en Watts)) et le périmètre de marche initial n'ont pas d'influence significative sur le degré de progression. Cela est en faveur d'une progression possible quel que soit le degré de déconditionnement initial. La distance parcourue au test de 6 min a toutefois tendance à progresser plus chez les patients ayant une VO_2 au seuil initiale et une puissance maximale en Watts initiale plus élevées.

Au contraire, Teixeira [28] et MacKay-Lyons [42] trouvent une progression plus importante du pic de VO_2 pour les patients les plus déconditionnés initialement.

De même, pour Flansbjerg [176], les patients qui progressent le plus sont ceux qui avaient le périmètre de marche initial le plus faible. Au contraire, Salbach [90] met en évidence que les

patients ayant un déficit de marche initial modéré (vitesse de marche entre 0,3 et 0,7 m/s) progressent plus que les autres.

Potempa [31] ne trouve pas non plus de lien significatif entre l'évolution de la capacité à l'effort et l'âge, le niveau de déconditionnement initial, la localisation de la lésion ou les déficiences sensori-motrices.

De même, Ivey [151] ne met pas en évidence de lien entre la progression du pic de VO_2 ou du périmètre de marche parcourue en 6 min avec l'âge, le délai post AVC, le pic de VO_2 initial ou la sévérité des troubles de la marche initiaux.

Les caractéristiques du programme (délai post AVC, durée, nombre de séances) ne semblent pas avoir d'impact sur la progression des patients. Cela n'est pas concordant avec l'étude d'Ivey [151] qui trouve un lien entre la durée des séances et la progression du périmètre de marche au test de 6 min et un lien entre la vitesse du tapis de marche pendant les séances et la progression du pic de VO_2 . Comme notre étude reposait sur l'utilisation de différents outils dans une population de faible effectif, l'évaluation de l'impact de la puissance de travail sur la progression n'a pas été réalisable.

Le profil d'activité initial enregistré par accélérométrie semble être un élément ayant un impact sur le degré d'efficacité du réentraînement. La distance parcourue au test de 6 min a tendance à progresser plus chez les patients ayant un nombre moyen de pas par jour initial et un pourcentage de temps passé à marcher initial élevés. Seule la durée initiale du port de l'accéléromètre est corrélée significativement avec la progression. Le lien entre ces deux éléments semble difficilement explicable et des facteurs de confusion interviennent probablement.

Notre étude ne permet donc pas dégager de facteur prédictif statistiquement confirmé d'une meilleure efficacité du réentraînement. Les données dont nous disposons sont probablement insuffisantes pour faire ce genre d'analyse. En effet, les études précédentes [31, 151] mettant en évidence des facteurs prédictifs de réponse ont évalué une population plus importante.

Par ailleurs, d'autres facteurs que ceux que nous avons étudiés peuvent avoir une influence sur l'efficacité du programme et il est peut être impossible de prédire l'efficacité du programme à partir des éléments que nous avons mesurés.

Cependant, il semble important de connaître la population cible et le programme à réaliser pour obtenir la meilleure efficacité possible. Une étude à plus grande échelle pour rechercher des facteurs prédictifs de progression à la fois en ce qui concerne d'éventuels critères de sélection de la population pour laquelle un réentraînement peut être efficace et pour les caractéristiques du programme permettant une meilleure efficacité paraît nécessaire.

De plus, il convient de noter que même en cas d'efficacité immédiate du programme, le maintien des améliorations à distance de l'arrêt n'est pas acquis [81, 89]. Une relation entre la motivation des patients et l'efficacité du programme à court et moyen termes est à rechercher afin d'adapter la prise en charge.

Même si aucun lien n'a été mis en évidence entre la durée du programme et l'efficacité sur les capacités, il semble pourtant qu'un programme suffisamment long et comprenant suffisamment de séances soit nécessaire. En effet, il apparaît que la progression des capacités se fait sans effet de plateau tout au long du réentraînement. La progression semble se poursuivre entre l'évaluation réalisée après 20 séances (T1) et celle réalisée après 40 séances (T2).

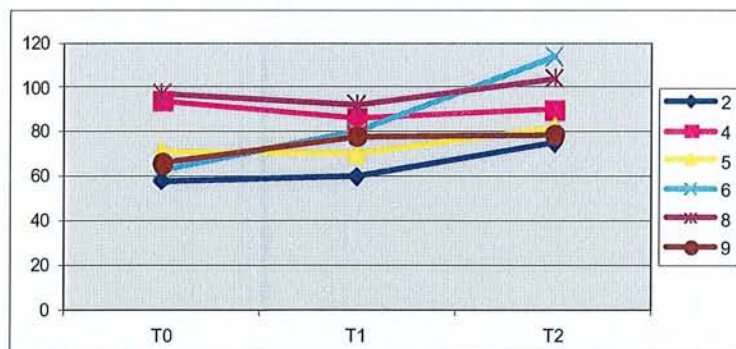


Figure 96 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique pendant le réentraînement.

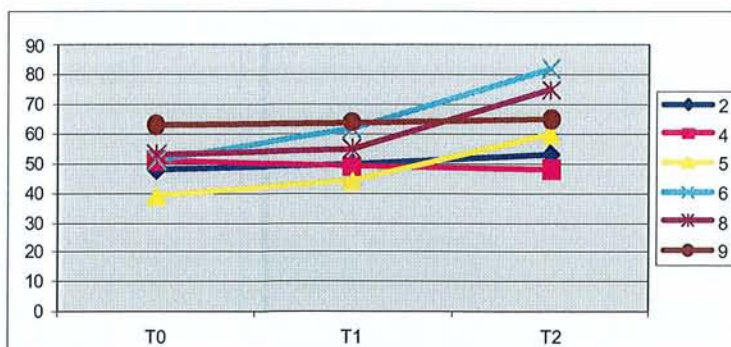


Figure 97 : Evolution de la VO_2 au seuil exprimée en pourcentage de la VO_2 max théorique pendant le réentraînement.

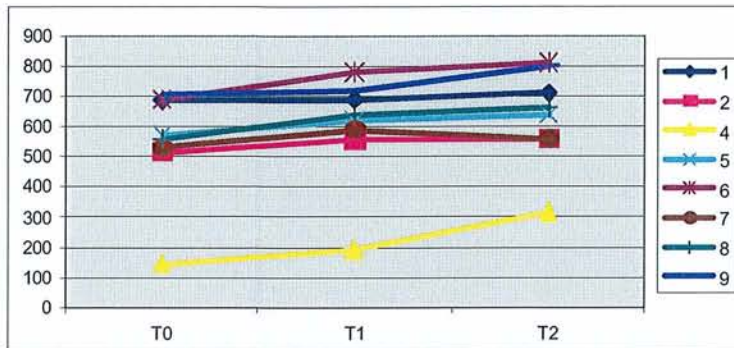


Figure 98 : Evolution de la distance parcourue (m) pendant le test de 6 min pendant le réentraînement.

Certains auteurs [35, 151] ont également montré que la progression peut se poursuivre après plusieurs mois de réentraînement. Ainsi, pour Ivey [158], la progression se poursuit pendant 6 mois sans phase de stabilisation.

Compte tenu du profil d'évolution des capacités, nous pouvons nous demander si pour les patients qui restent déconditionnés en fin de réentraînement, un programme plus long ou comprenant plus de séances aurait permis de poursuivre la progression et d'apporter un gain fonctionnel supplémentaire.

Toutefois, la poursuite prolongée d'une activité physique encadrée n'est pas envisageable : limites pratiques, économiques... C'est pour cela que le relais vers une activité en milieu ordinaire, par exemple sous forme de programmes de réentraînement à domicile, doit être développé.

3.3.5. Intérêts d'utiliser la VO_2 au seuil pour évaluer la capacité à l'effort

Même pour des sujets sains actifs, la VO_2 max n'est pas souvent atteinte lors d'une épreuve d'effort [6, 205] : c'est le cas uniquement pour 39% des hommes et 25% des femmes [10].

En post AVC, la VO_2 max est rarement atteinte [24, 60] et c'est le pic de VO_2 qui est le plus souvent utilisé dans les études évaluant la capacité à l'effort [11, 23, 24]. Or le pic de VO_2 n'est pas toujours représentatif de la VO_2 max [24, 205].

Dans notre étude, lors de la première évaluation, seuls 6 patients parmi les 9 ont pu réaliser un test maximal (fréquence cardiaque maximale supérieure à 85% de la FMT) ce qui peut entraîner une sous-estimation du pic de VO₂ initial. En effet, lors d'une épreuve sous-maximale, la détermination de la VO₂ max ou du pic de VO₂ est imprécise [1] alors que celle de la VO₂ au seuil est pratiquement toujours possible [26].

De plus, contrairement à la VO₂ au seuil, le pic de VO₂ est un paramètre dépendant de la motivation du patient lors de la réalisation de l'épreuve d'effort [12, 206], il est donc moins reproductible. En effet, lors de la réalisation de deux tests d'effort consécutifs, Tang [24] trouve une variation significative entre les pics de VO₂ mesurés alors que la VO₂ au seuil ne varie pas significativement entre les deux évaluations. L'utilisation de la même épreuve pour déterminer la capacité à l'effort peut également entraîner un biais de mesure par un phénomène d'apprentissage [24, 156].

Le niveau maximal atteint pendant les tests d'effort peut être limité par la douleur, le manque de motivation du patient... Ainsi, pour Potempa [31] et Macko [37], le pic de VO₂ n'est pas un bon indicateur de la capacité à l'effort en post AVC en raison des déficiences motrices qui peuvent limiter le niveau atteint pendant les épreuves d'effort.

Ainsi, dans notre étude pour certains patients (n°2, 3, 4, 5, 6, 9), il existe une variation importante de la fc maximale atteinte (en % de la FMT) entre les différentes épreuves d'effort : elle augmente significativement entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. Cela peut entraîner des biais de mesure du pic de VO₂ avec le risque de conclure à tort à une variation de la capacité à l'effort entre les évaluations alors que c'est le niveau d'effort atteint qui varie. L'augmentation du pic de VO₂ observée chez certains patients pendant le réentraînement peut être liée à cet élément.

De plus, nous ne retrouvons pas de lien significatif entre l'existence de troubles cognitifs et la VO₂ au seuil alors qu'il existe une tendance à un pic de VO₂ plus faible chez les patients ayant des troubles cognitifs. L'existence de troubles cognitifs peut influencer la motivation des patients lors des épreuves d'effort, modifier leur perception du niveau d'effort et perturber ainsi la détermination des paramètres maximaux.

Peu d'études [26, 45] utilisent la VO₂ au seuil comme critère d'évaluation de la capacité à l'effort aérobie dans la littérature alors que c'est cette donnée qui est décrite comme la plus représentative de l'endurance [10, 26].

Comme le seuil ventilatoire est toujours atteint et dépassé, il nous semble être un indicateur plus fiable pour évaluer l'évolution de la capacité à l'effort. Il peut s'avérer difficile à déterminer en particulier pour les sujets les plus déconditionnés [198], cela n'a toutefois pas été constaté dans notre étude.

D'autres éléments peuvent être responsables de variations de la VO_2 au seuil et du pic de VO_2 en particulier les variations des données anthropométriques. Comme cela est réalisé dans d'autres études [37, 94], nous avons utilisé les VO_2 exprimées en fonction du poids du patient qui est mesuré lors de chaque évaluation et les VO_2 max théoriques ont été recalculées pour chaque épreuve en cas de variation pondérale afin de limiter les biais de mesure. Cependant, l'idéal serait de rapporter les données de VO_2 à la masse maigre et non pas à la masse totale du sujet car le réentraînement peut avoir un impact sur la composition corporelle.

3.3.6. Intérêts d'utiliser les mesures d'activité avec un accéléromètre

Peu d'études [155] ont évalué l'influence d'un programme de réentraînement sur les activités réellement réalisées en milieu ordinaire. Or c'est un élément important à connaître à la fois pour mettre en évidence d'éventuelles modifications du niveau d'activité dans les suites immédiates d'un réentraînement et pour étudier le maintien d'un niveau d'activité suffisant à distance. En effet, la poursuite d'une activité physique d'endurance régulière est nécessaire dans le cadre de la prévention secondaire et un niveau d'activité insuffisant constitue un facteur de risque cardiovasculaire supplémentaire [110, 207].

Il est souvent difficile d'évaluer les performances des patients en situation de vie ordinaire. En effet, le plus souvent, l'évaluation de l'activité repose sur l'interrogatoire ou sur des autoquestionnaires [208] mais ces données sont subjectives [207, 209]. Il existe une tendance à la surestimation de l'activité déclarée par rapport à celle mesurée chez des sujets sains [207, 210-212] et malades [186, 212, 213]. Ces constatations sont confirmées par la série présentée. En effet, il existe une dissociation entre l'activité déclarée et l'activité mesurée : pour 8 patients, la fréquence et la durée des périodes d'activité déclarée sont supérieures à celles de l'activité mesurée (surestimation). (Annexe 8 Tableau XXXVIII) A 3 mois de l'arrêt du réentraînement, la durée totale d'activité déclarée est significativement supérieure à celle mesurée par accélérométrie.

La surestimation peut être liée soit :

- au mode de recueil de l'information qui incite le patient à apporter une réponse qu'il juge « correcte et acceptable » lors de l'entretien médical,
- à une réelle mésestimation de l'activité réalisée, les patients ayant l'impression de maintenir le niveau d'activité recommandé [184].

L'existence de troubles cognitifs [204, 212] en particulier d'une anosognosie ou de troubles mnésiques [211] peut majorer cette tendance à la surestimation.

La tenue d'un journal décrivant l'activité quotidienne des patients peut également fournir des informations, mais ces données sont elles aussi subjectives et ce mode d'évaluation peut entraîner des biais de mesure [214].

L'accélérométrie permet de quantifier l'activité des personnes pendant une période donnée. Cela donne des informations objectives sur le niveau d'activité du sujet [180]. L'utilisation de l'ActivPAL™ est validée pour mesurer l'activité de sujets sains [185, 186, 215]. Il a également été utilisé pour évaluer l'activité physique dans certaines pathologies (ulcères veineux, obésité, lombalgies chroniques...) [181, 182, 186, 216].

Il existe une bonne validité et une bonne reproductibilité intermesure pour l'évaluation du nombre de pas et de la cadence [215].

L'utilisation de l'ActivPAL™ n'a pas été étudiée pour des patients en post AVC, mais Rand [217] a évalué d'autres accéléromètres dans cette population et il ne trouve pas de perturbation de la validité ou de la reproductibilité des mesures malgré les modifications du schéma de marche observées en post AVC ; le positionnement de l'accéléromètre sur la cuisse parétique ou la cuisse saine ne semble pas modifier les mesures.

Pendant notre étude, la tolérance des patients au port de l'accéléromètre est bonne, ils ne se disent pas gênés lors des semaines d'évaluation.

L'ActivPAL™ permet de repérer des périodes d'activité physique [215]. Ainsi, dans cette étude, lors des évaluations réalisées pendant une semaine de traitement (situation d'exercice contrôlé pour les patients n°7, 8, 9), les séances de réentraînement sont identifiables sur les tracés d'accélérométrie avec un repérage en fonction de l'horaire et de la durée des périodes d'activité.

L'ActivPAL™ peut être utilisé pour mettre en évidence une dissociation entre les capacités en milieu de soins et les performances en milieu ordinaire des patients. Ainsi, dans cette étude, il apparaît que lors de l'évaluation intermédiaire (T1), les périodes de marche continue de plus de 30 minutes sont plus nombreuses pour les patients évalués pendant une semaine de traitement (patients n° 7, 8 et 9) que pour les patients évalués pendant une semaine d'interruption thérapeutique. (Annexe 8 Tableau XXXVI) Le pourcentage de marche dite « thérapeutique » est également plus élevé pour ces patients. (Annexe 8 Tableau XXXVII)

De même, Michael [103] a utilisé un accéléromètre chez des patients à plus de 6 mois post AVC ayant un déficit moteur faible à modéré et des capacités de marche préservées avec ou sans aides techniques. Elle trouve un nombre moyen de pas par jour faible (1389 pas/j) et une cadence des pas qui est également basse : 45% des pas sont réalisés à une fréquence inférieure à 16 pas/min. Il semble que le facteur limitant à l'activité soit une motivation insuffisante et non pas de faibles capacités de marche et à l'effort. Le nombre moyen de pas par jour mesuré par Michael [103] est nettement inférieur à celui de notre population au moment du début du réentraînement : 6712 (5958-7421). Cela peut être dû aux différences entre les populations : sujets plus jeunes et ayant des déficits de marche moins sévères dans notre étude. Dans la population saine, le nombre de pas moyen par jour diminue avec l'âge [218]. Un tel lien n'est pas retrouvé dans notre étude.

Rand [217] ne trouve pas de corrélation entre la distance parcourue pendant le test de 6 min et le nombre moyen de pas par jour : les patients qui parcourent la plus grande distance ne font pas plus de pas par jour. Rand [217] fait l'hypothèse qu'il s'agit d'une forme de non-utilisation. De même, dans notre étude, lors de l'évaluation en fin de réentraînement, les patients qui font le plus grand nombre de pas par jour ne sont pas forcément ceux pour lesquels le périmètre de marche pendant le test de 6 min est le plus élevé. Ainsi, le patient n°4 qui a le périmètre de marche le plus faible est parmi les patients qui ont le niveau d'activité le plus élevé (+ de 10 000 pas/j) en fin de réentraînement. Cela confirme que d'autres facteurs que l'endurance à la marche interviennent probablement dans le niveau d'activité des patients : rôle de la motivation, de l'environnement...

Un autre intérêt de l'ActivPAL™ est que l'analyse de tracés obtenus permet de différencier des périodes de marche continue (marche dite « thérapeutique ») des périodes de marche discontinue.

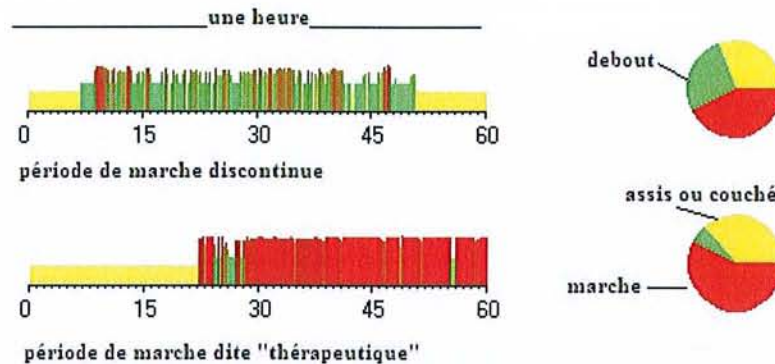


Figure 99 : Identification des différentes périodes de marche sur les tracés de l'ActivPAL™.

L'analyse isolée du nombre total de pas ne permet pas une bonne connaissance du profil d'activité des patients [184], ni de l'impact de cette activité sur la capacité à l'effort [215, 217]. En effet, pour certains patients, le nombre total de pas est faible mais il existe des périodes de marche continue de plus de 30 min (patient n°5 à T0) alors que pour d'autres, le nombre total de pas est plus élevé mais les pas sont réalisés uniquement lors de périodes de marche discontinue (patient n°2 à T2). L'évaluation du nombre de périodes de marche continue de plus de 30 min limite le risque de mesurer la marche qui est réalisée dans le cadre des activités de la vie journalière et non pas dans un but d'activité physique recommandée (durée supérieure à 30 min).

En post AVC, le Stroke Council of the American Heart Association recommande la pratique d'une activité physique d'intensité modérée pendant au moins 30 à 45 min en continu 3 fois par semaine [110]. Cependant, le niveau d'activité permettant une réduction du risque cardiovasculaire dans la population générale n'est pas clairement établi [219] en termes de fréquence, de durée et d'intensité : + de 10 000 pas/j pour certains [220], 30 min d'activité d'intensité modérée tous les jours pour d'autres [210]. Il en est de même pour le niveau d'activité à maintenir dans le cadre de la prévention secondaire en post AVC qui n'est pas non plus défini de façon consensuelle [107].

Les données obtenues par monitoring d'activité peuvent donc permettre d'étudier le transfert ou non de l'amélioration des capacités vers les performances en milieu ordinaire. Toutefois, leur interprétation doit être réalisée avec prudence.

En effet, il existe des limites techniques à la mesure de l'activité globale par accélérométrie : les séances de natation ne sont pas enregistrées comme périodes d'activité [212] et les activités statiques [210] ou sollicitant essentiellement les membres supérieurs [218] ne sont pas identifiables sur les tracés. Ainsi, dans notre étude, lors des évaluations réalisées pendant une semaine de traitement, les séances de réentraînement sur ergomètre à bras ne sont pas repérées sur les tracés.

De même, l'ActivPAL™ ne permet pas d'identifier spécifiquement la montée et la descente des escaliers ou l'activité de pédalage [185]. Ainsi, pendant notre étude, certaines séances réalisées sur cycloergomètre ne sont pas reconnues comme périodes d'activité. Cela semble lié au réglage de la hauteur de la selle.

Lors des évaluations en fin de réentraînement et/ou à 3 mois de l'arrêt, certains patients (n°2, 3, 4, 5, 6, 8) décrivent des activités de natation et de vélo, les mesures par accélérométrie sous-estiment donc probablement l'activité réellement réalisée par ces patients.

Des améliorations dans les algorithmes de reconnaissance d'activité doivent permettre de résoudre ces erreurs d'estimation en ce qui concerne l'activité « pédalage ».

De plus, l'environnement dans lequel l'activité est réalisée n'est pas identifié. Pour une même durée de marche, il existe une différence entre une marche en terrain plat non accidenté et une marche sur un terrain accidenté en pente en terme d'impact sur la capacité à l'effort [203]. Des accéléromètres avec GPS intégrés peuvent donner des informations sur le terrain de réalisation de l'activité mais leur coût reste important [184, 203] et leur utilisation peut être limitée par des considérations éthiques, ces appareils fournissant des informations sur les lieux dans lequel le sujet se déplace et sur les horaires de ses déplacements.

D'autres éléments liés à l'usage d'une instrumentation pour monitorer l'activité doivent être connus car responsables de biais de mesure :

- oubli ou refus de mise en place de l'appareil [184],
- difficultés techniques au maintien en place de l'accéléromètre (comme c'est le cas pour le patient n°2 à T2),
- modifications du comportement pendant l'évaluation liées à l'impression d'être observé [180, 203, 214, 221].

La variabilité importante de l'activité d'un jour à l'autre [25] et certains facteurs extérieurs (variations climatiques) peuvent également influencer les mesures [180].

L'importance du choix d'une période d'évaluation suffisamment longue (7 jours) [184, 221] est confirmée par cette étude. En effet, comme cela est décrit par Tudor-Locke [183], pour plusieurs patients (n°1, 3, 6, 7, 9), il existe une variation du niveau d'activité entre les jours de semaine et de week-end qui est retrouvée lors de toutes les évaluations (nombre de pas moyen par jour et pourcentage de temps passé à marcher). Ces variations sont probablement liées à l'environnement socio-familial du patient.

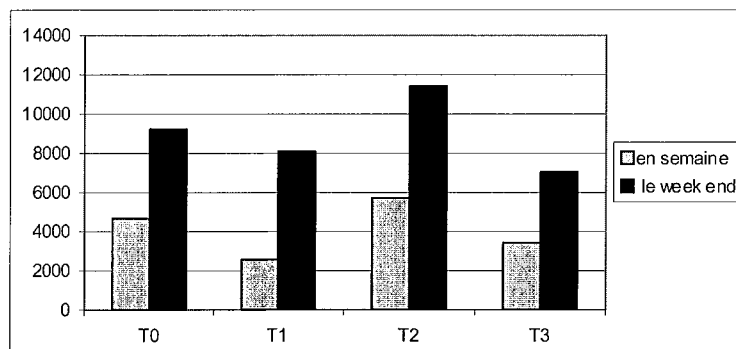


Figure 100 : Variation du nombre moyen de pas (p/j) entre les jours de semaine et les jours de week-end retrouvée lors de chaque évaluation pour M. C. P (patient n°1).

Une mesure sur une période plus courte pourrait être responsable de biais d'évaluation avec le risque :

- de conclure à une diminution ou à une augmentation de l'activité qui n'existe pas
- de ne pas mettre en évidence une variation existante.

Il convient toutefois de noter que les évolutions respectives du nombre de pas moyen par jour de semaine et par jour de week-end sont parallèles pour le patient n°1.

Sous réserve du respect des consignes de port de l'accéléromètre données aux patients, l'analyse des tracés permet également d'évaluer la durée d'éveil des patients.

Lors de l'évaluation initiale, la durée d'éveil des patients pour lesquels le délai post AVC est le plus grand est significativement plus faible. Ce résultat peut être lié à une aggravation progressive du comportement de non-utilisation. Des facteurs confondants et un biais de mesure lié à des oublis de mise en place de l'accéléromètre peuvent toutefois perturber l'évaluation de la durée d'éveil. De plus, cette étude ne met pas en évidence de lien entre le nombre de pas moyen par jour et le délai post AVC en faveur d'une telle évolution de la non-utilisation.

La durée d'éveil initiale est de 14h30 (13h15-14h45)/j. Cette durée est proche de celle mesurée dans une population de sujets sains sédentaires [210] et de celle mesurée par Rand [217] en post AVC (15 h/j). Cette étude ne met pas en évidence de corrélation entre le niveau de fatigue et la durée d'éveil.

Nous n'avons pas utilisé les données concernant la consommation d'énergie que l'ActivPAL™ peut fournir. Avec cet outil, une estimation de la consommation d'énergie en fonction de l'activité est possible de façon indirecte [203]. Toutefois, il semble exister des risques de sous-estimation de la dépense énergétique pour les activités de faible intensité et au contraire des risques de surestimation pour les activités d'intensité élevée ce qui limite la fiabilité de cette technique [203]. De plus, l'évaluation de la dépense énergétique est basée sur des algorithmes réalisés à partir d'études chez des sujets sains [222] ce qui peut entraîner des erreurs d'estimation chez des sujets en post AVC en raison des différentes déficiences (troubles sensori-moteurs, troubles de l'équilibre, spasticité...). Pour évaluer précisément la consommation d'énergie des patients, il faudrait utiliser la calorimétrie ou des mesures isotopiques mais ces techniques sont difficiles à mettre en place en milieu ordinaire et peuvent entraver l'activité du patient [207, 214].

3.3.7. Faible observance de la prescription d'une activité physique régulière et importance de l'éducation thérapeutique

Le programme d'activité physique réalisé en milieu de soins induit une amélioration des capacités physiologiques mais ne permet pas a priori de modifier le profil d'activité des patients en milieu ordinaire.

Faible efficacité de l'éducation thérapeutique sur l'observance d'une activité physique autonome régulière

Comme dans les études précédentes [35, 150, 151], l'observance d'une activité physique encadrée est bonne pendant le programme de réentraînement.

Cependant, l'éducation thérapeutique réalisée pendant ce programme ne semble pas efficace sur le paramètre « activité » en milieu ordinaire.

En effet, lors de l'évaluation en fin de réentraînement, la population est partagée en deux profils d'évolution différents en fonction du respect ou non des recommandations (au moins 30 à 45 min d'activité d'intensité modérée 3 fois par semaine) :

- maintien d'un niveau d'activité supérieur ou égal aux recommandations : bonne observance. Cela concerne 4 patients (n°4, 6, 7, 9).
- absence de maintien d'une activité conforme aux recommandations : absence d'observance à court terme. Cela concerne 5 patients (n°1, 2, 3, 5, 8).

L'observance à court terme est donc modérée.

A 3 mois de l'arrêt, l'impact du programme sur l'activité physique des patients est faible. En effet, les résultats de l'ensemble de la population évaluée à 3 mois font état de l'absence de modifications de l'activité de marche par rapport à l'activité initiale en dépit de la réalisation d'un programme de réentraînement comprenant une éducation thérapeutique. Le niveau d'activité diminue significativement entre la fin du programme et l'évaluation à 3 mois : ainsi, le nombre moyen de pas par jour, le nombre moyen de pas par heure d'éveil et le pourcentage de temps passé à marcher diminuent significativement alors que le pourcentage de temps passé assis ou couché augmente significativement.

On constate une absence d'observance à moyen terme.

Dans la littérature, l'impact de l'amélioration des capacités sur les performances en milieu ordinaire n'a été que peu évalué [203]. Dans l'étude de Katz-Leurer [89], à 3 mois de l'arrêt d'un programme de réentraînement à l'effort après un AVC, moins d'un tiers des patients marchent plus de 15 min en extérieur une fois par semaine d'après les données de l'interrogatoire.

Cette faible observance n'est pas spécifique des patients en post AVC. En effet, à 3 mois d'un programme de réentraînement chez des patients coronariens, Van den Berg [223] ne trouve pas non plus de modification du niveau d'activité après réentraînement par rapport à celui observé avant réentraînement. Pour les pathologies cardiaques, le taux d'abandon d'une activité physique régulière 6 mois après un programme de réentraînement à domicile est de 50% [135]. A distance d'un réentraînement chez des patients coronariens, les bénéfices en termes de prévention secondaire ont tendance à diminuer en raison de l'absence d'activité physique régulière [224].

Les patients ont les capacités nécessaires pour pratiquer une activité physique régulière mais celle-ci n'est pas poursuivie en dehors des séances réalisées en présence d'un kinésithérapeute : les limites à l'activité semblent donc essentiellement comportementales [203, 217].

Dans les études précédentes [225, 226], la poursuite en milieu ordinaire de l'activité physique débutée en milieu de soins est souvent limitée. L'environnement physique et social et la motivation sont considérés comme des facteurs importants de la poursuite ou non d'une activité [73, 89, 160, 203, 227].

Comme dans les autres pathologies chroniques, l'absence d'observance des prescriptions en post AVC ne concerne pas uniquement l'activité physique mais aussi les traitements médicamenteux prescrits et les autres règles hygiéno-diététiques [228, 229]. Ainsi, dans notre étude, le sevrage tabagique est maintenu à 3 mois de l'arrêt pour tous les patients mais pour certains patients (n°1, 3) ayant une surcharge pondérale les mesures diététiques préconisées ne sont pas suivies.

Propositions pouvant améliorer l'impact de l'éducation thérapeutique

L'objectif de l'éducation thérapeutique est d'induire des modifications du comportement des patients sur le long terme. Elle doit permettre au patient d'acquérir les connaissances lui permettant d'arriver à un équilibre entre son projet de vie et le contrôle optimal de sa pathologie [230, 231].

Les stratégies à utiliser pour permettre une meilleure adhésion après un programme d'éducation thérapeutique ne sont actuellement pas connues.

L'information et les conseils isolés n'ont que peu d'impact sur le comportement, ils doivent s'inscrire dans un projet global d'éducation [231-234].

Une meilleure connaissance des comportements et des compétences en sciences de l'éducation pourraient permettre un choix plus adapté des techniques d'éducation thérapeutique et amélioreraient les pratiques [73].

Ainsi, il est important d'évaluer la motivation du patient à changer son mode de vie (degré d'intention) [235] et de réaliser un diagnostic éducatif [73].

En effet, les modifications du style de vie reposent sur un processus dynamique comprenant différents stades de motivation selon le schéma de Prochaska : la phase de pré contemplation, la phase de contemplation, la phase de préparation, la phase d'action et la phase de maintien [231]. Certains patients adoptent un comportement actif dans les suites immédiates du programme mais ne le maintiennent pas à distance de l'arrêt.

La prise en charge proposée et les techniques utilisées doivent être choisies en fonction du degré de motivation du patient [73, 231].

L'éducation thérapeutique doit être adaptée et personnalisée afin de prendre en compte les différentes barrières à l'apprentissage et à l'intégration des modifications dans la vie en milieu ordinaire : limites fonctionnelles, cognitives, environnementales et faible motivation [73, 219, 229, 234-236].

La formation des thérapeutes au diagnostic éducatif et aux techniques renforçant la motivation (renforcement positif, techniques cognitivo-comportementales...) doit être développée [219, 229, 236, 237].

Différents outils peuvent être utilisés dans le cadre de ces techniques. Ainsi, McKay [238] utilise un podomètre pour permettre aux patients d'autoévaluer leur activité (nombre moyen de pas par jour) et d'augmenter ainsi progressivement leur activité jusqu'au niveau qui leur est recommandé.

Les données faciles à appréhender de l'ActivPALTM pourraient permettre aux patients de comparer l'activité réellement réalisée à celle préconisée et être utilisées dans des programmes de réentraînement à domicile. Ces données seraient valorisées par l'utilisation des techniques de feed-back et de renforcement positif [222, 225, 231, 238]. Le monitoring d'activité par accélérométrie peut donc être un outil d'éducation thérapeutique.

Comme certains auteurs le recommandent [73, 226, 233], il est important, pendant le programme de réentraînement, de préparer et d'anticiper la fin de la prise en charge et de mettre en place des éléments favorisant la transposition de l'activité encadrée à l'activité autonome en milieu ordinaire. Durant le programme de réentraînement, l'exercice physique fait partie du traitement et la motivation est renforcée par la présence de thérapeutes. Il convient d'étudier les éléments pouvant être utilisés pour favoriser la poursuite d'une activité physique dans l'environnement ordinaire du patient.

Ainsi, l'implication de l'entourage du patient au programme de réentraînement peut permettre un impact plus important sur le niveau d'activité physique en milieu ordinaire. En effet, il semble important que l'entourage du patient connaisse les capacités et les limites du patient, les activités réalisables et leurs impacts positifs [73, 219]. La participation des proches peut également favoriser le processus de coping [73].

De même, le choix des outils utilisés pendant le programme doit faciliter la transposition et la poursuite de l'activité réalisée en milieu ordinaire. Le choix d'une activité qui plaît au patient est un facteur favorisant.

Les séances réalisées en présence d'un thérapeute doivent permettre au patient de prendre conscience de ses capacités et de diminuer l'appréhension à la réalisation d'une activité physique.

D'autre part, différents éléments peuvent expliquer la faible adhésion à la marche en extérieur : manque de motivation, limitations climatiques et environnementales... Par contre, le réentraînement sur vélo nécessite un investissement de matériel qui peut renforcer la motivation du patient à maintenir une activité régulière.

De même, l'inscription à des activités sportives de loisirs en groupe peut participer au maintien d'une activité régulière : l'appartenance à un groupe, l'existence d'horaires réguliers destinés à la pratique d'une activité physique et le coût de l'inscription peuvent être des éléments motivants [226]. La formation des professionnels du sport à l'encadrement de personnes ayant présenté un AVC ou de façon plus générale de personnes présentant un handicap semble importante dans la perspective de favoriser cette transition [231].

Evaluations de l'impact d'un programme comprenant une éducation thérapeutique

Actuellement, des techniques d'évaluation de l'éducation thérapeutique sont en cours de développement [231, 239]. Elles reposent en particulier sur la mise en évidence subjective ou objective de transformations chez les sujets éduqués en ce qui concerne différentes dimensions : comportementales, psychologiques, biocliniques [239]...

Certains auteurs [81, 155] évaluent la poursuite d'une activité en milieu ordinaire par des appels téléphoniques : l'efficacité de cette technique semble toutefois limitée par la tendance à la surestimation de l'activité qui ne permet pas forcément au patient de prendre conscience de la dissociation entre l'activité réalisée et celle prescrite.

L'utilisation d'accéléromètres est proposée par certains [203, 207] pour évaluer l'observance des patients. L'ActivPAL™ peut s'inscrire dans cette démarche d'évaluation de l'impact d'un programme d'éducation thérapeutique.

3.3.8. Limites de l'étude

En plus des limites décrites précédemment, certaines critiques concernant cette étude peuvent être formulées.

Une des limites du protocole est l'absence de comparaison des résultats de la population étudiée avec ceux d'un groupe témoin ne bénéficiant pas de programme de réentraînement. Cette comparaison avec un groupe témoin aurait permis de mieux différencier les variations dues à l'évolution naturelle de celles dues à la prise en charge mais nous n'avons pas voulu exposer de patients aux risques relatifs des différents tests d'effort sans justification de l'examen par des objectifs thérapeutiques.

De même, il serait intéressant de comparer, pour un même niveau de déconditionnement initial, les effets d'un programme de réentraînement dans une population de patients en post AVC et dans une population de patients déconditionnés secondairement à une autre pathologie (lombalgies chroniques, infarctus du myocarde...). Cela permettrait d'étudier si l'efficacité du réentraînement est différente en fonction de la présence ou non d'une atteinte neurologique centrale. En effet, les connaissances actuelles concernant les effets physiologiques de l'exercice physique reposent essentiellement sur des études réalisées chez

des sujets sains ou chez des patients présentant des atteintes cardiovasculaires sans retentissement neurologique [219]. Il n'est pas certain que ce qui est observé dans ces populations soit transposable pour les patients ayant présenté un AVC [11]. En effet, l'atteinte du système nerveux central et son retentissement sur l'effecteur musculaire peuvent modifier les capacités d'entraînement des sujets [31, 60]. Le réentraînement peut également avoir un rôle spécifique sur la plasticité cérébrale et un effet de réapprentissage de l'activité.

Les données de la littérature concernant l'existence ou non d'une spécificité des effets post réentraînement chez les patients en post AVC ne sont pas toutes concordantes. Ainsi, dans une étude rétrospective multicentrique, Tang [45] trouve que la progression de la capacité à l'effort après un réentraînement chez des patients en post AVC est comparable à celle observée dans une population de patients ayant des pathologies cardiovasculaires sans atteinte neurologique associée. Au contraire, en comparant rétrospectivement les résultats de différentes études, MacKay-Lyons [42] trouve que l'impact d'un réentraînement à l'effort sur le pic de VO₂ en post AVC est plus faible que celui observé chez des sujets sains sédentaires ou dans le cadre de programme de réentraînement chez des sujets cardiaques.

La réalisation d'une étude prospective évaluant les effets d'un réentraînement dans différents sous-groupes (patients en post AVC, en post infarctus, lombalgiques chroniques...) pourrait être proposée.

Par ailleurs, il serait intéressant de suivre l'évolution des paramètres que nous avons étudiés après un délai post réentraînement plus long afin d'évaluer si malgré l'absence d'une activité physique suffisante, les améliorations observées dans cette étude sont maintenues.

En effet, dans les études précédentes [73, 81, 89], il semble que l'efficacité des programmes de rééducation ou de réentraînement ne se maintienne pas dans le temps avec une diminution progressive des effets observés après l'arrêt du programme. Après la fin de la prise en charge, certains auteurs [240, 241] constatent une diminution des performances sans majoration des déficiences.

Les facteurs prédictifs du maintien ou non des améliorations sont importants à étudier. Cela semble lié à l'absence ou à la diminution de l'activité physique réalisée par les patients [73]. Van de Port [98] rapporte que la fatigue, l'existence d'un syndrome dépressif et de troubles cognitifs et un style de vie sédentaire sont les facteurs d'une diminution progressive des performances. Fujitani [26] ne met pas en évidence qu'une faible capacité à l'effort soit un facteur d'absence de poursuite d'une activité régulière. Pour lui, le mode de vie antérieur et la motivation sont les principaux facteurs limitant.

En post infarctus, l'étude de Fleury [242] met en évidence que 93% des patients décrivent des barrières intrapersonnelles au maintien d'une activité contre seulement 18% pour les barrières environnementales.

Une nouvelle évaluation des patients à 1 an de l'arrêt du programme pourrait apporter des éléments de réponse sur l'évolution des capacités et sur l'existence de facteurs prédictifs. La durée de maintien de l'efficacité du programme est également à évaluer par une étude longitudinale. La réalisation d'un nouveau programme de réentraînement après cette période d'efficacité est à discuter en fonction du rapport bénéfices/coûts.

Les résultats observés dans cette étude ne sont pas transposables à l'ensemble de la population des patients en post AVC : il s'agit de sujets jeunes par rapport à la population générale post AVC et autonomes pour les déplacements intérieurs et extérieurs. Or le degré de déconditionnement et le risque de majoration de la sédentarité sont probablement plus importants pour les patients les plus dépendants.

Conclusion

Cette étude confirme l'existence d'un déconditionnement d'origine multifactorielle chez des patients en post AVC.

En concordance avec les études précédentes, elle met en évidence qu'une progression de la capacité à l'effort et de la capacité de marche est possible après un réentraînement à l'effort personnalisé. L'impact d'un tel programme sur la qualité de vie et la fatigue semble plus difficile à évaluer.

Dans les suites immédiates du réentraînement, malgré cette augmentation des capacités, la plupart des patients ne modifient ni leur comportement locomoteur, ni leur profil d'activité. Les recommandations qui leur ont été données dans le cadre de l'éducation thérapeutique réalisée pendant ce programme ne sont que rarement suivies par les patients.

L'évaluation des paramètres à distance de l'arrêt du réentraînement montre une tendance à la diminution de la capacité à l'effort et une observance très faible de l'activité physique prescrite.

Même si les caractéristiques du programme permettant la meilleure efficacité immédiate ne sont pas connues, il semble que les différentes techniques de réentraînement à l'effort en endurance utilisées dans le cadre des pathologies cardiovasculaires soient efficaces. A l'inverse, les techniques d'éducation thérapeutique utilisées pour promouvoir l'activité physique ne semblent pas adaptées. Le faible niveau d'activité observé semble être essentiellement lié à une faible motivation et être d'origine comportementale.

L'identification de la population à laquelle un tel programme peut être proposé, la connaissance des facteurs prédictifs d'efficacité à court terme et de maintien d'une activité, l'amélioration des techniques d'éducation thérapeutique pourraient permettre la pérennisation des améliorations observées.

La poursuite de ce travail préliminaire sous la forme d'une étude prospective longitudinale, comprenant un effectif plus important et une durée de suivi plus longue, pourrait apporter des éléments de réponse.

Annexes

Annexe 1 : Echelle de perception de l'effort de Borg -----	206
Annexe 2 : Données obtenues avec l'ActivPALTM -----	207
Annexe 3 : Echelle de Frenchay -----	208
Annexe 4 : SF36 et méthode de calcul des scores -----	209
Annexe 5 : MAF et calcul de l'index global de fatigue -----	214
Annexe 6 : Echelle de dyspnée -----	217
Annexe 7 : Evaluation de l'effort au niveau des membres inférieurs -----	218
Annexe 8 : Evolution des critères d'évaluation -----	219
Annexe 9 : Description du programme de réentraînement réalisé pour chaque patient -----	230
Annexe 10 : Evolution des critères d'évaluation dans l'ensemble de la population -----	233
Annexe 11 : Table des figures -----	237

Annexe 1 : Echelle de perception de l'effort de Borg

Modifiée de [14]

Perception du niveau de l'exercice

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

Annexe 2 : Données obtenues avec l'ActivPAL™

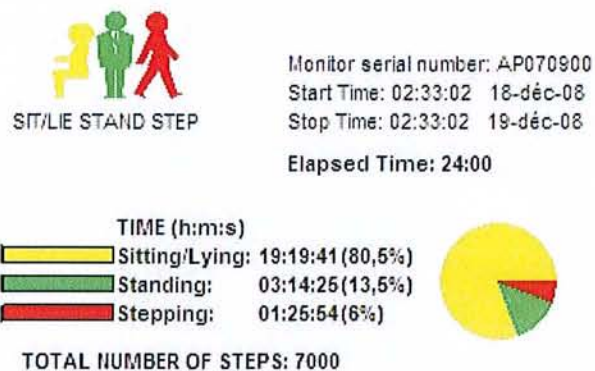


Figure 101 : Pourcentage de temps passé en position assise ou couchée, en position debout et à marcher.

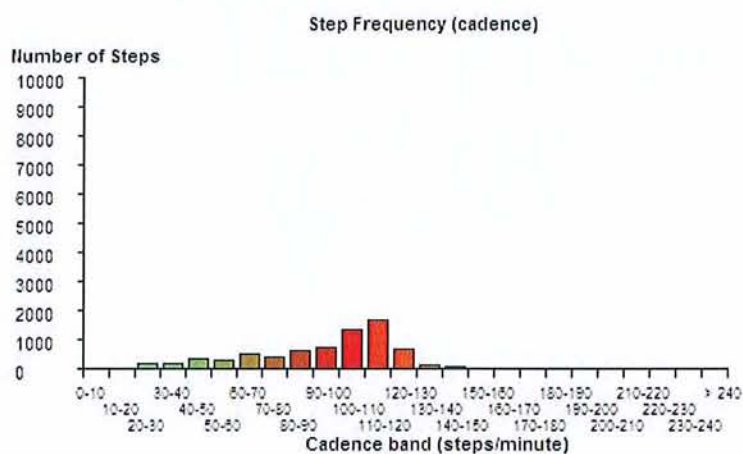


Figure 102 : Cadence de marche.

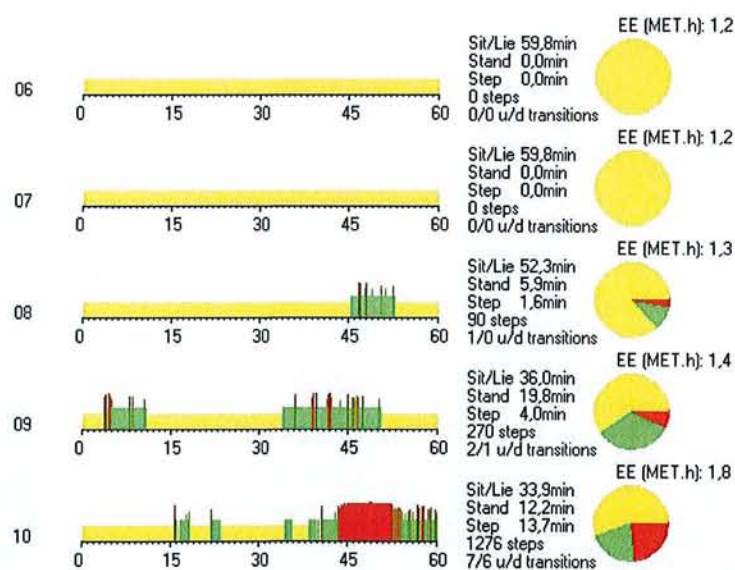


Figure 103 : Résultats de mesure d'activité obtenue avec l'ActivPAL™.

Annexe 3 : Echelle de Frenchay

COTATIONS	ACTIVITES
<p>Items 1 et 2 0 : jamais 1 : < 1 fois par semaine 2 : 1 à 2 fois par semaine 3 : la plupart des jours</p> <p>Items 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 0 : jamais 1 : 1 à 2 fois par mois 2 : 3 à 12 fois par mois 3 : > 1 fois par semaine</p> <p>Item 11 0 : jamais 1 : 1 à 2 fois par mois 2 : 3 à 12 fois tous les 6 mois 3 : > 1 fois par semaine</p> <p>Items 12 et 13 0 : non 1 : léger 2 : modéré 3 : tout ce qu'il est nécessaire de faire</p> <p>Item 14 0 : non 1 : 1 fois tous les 6 mois 2 : < 1 fois par nuit 3 : > 1 fois par nuit</p> <p>Item 15 0 : non 1 : > 10 heures par semaine 2 : 10-30 heures par semaine 3 : > 30 heures par semaine</p> <p>TOTAL sur 45 points</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Préparation repas 2. Vaisselle 3. Lessive 4. Travaux domestiques légers 5. Travaux domestiques lourds 6. Shopping local 7. Visites et sorties sociales 8. Promenades > 15 minutes 9. Hobby actif 10. Conduite auto, bus, métro 11. Sorties en voiture, voyages 12. Jardinage 13. Entretien maison 14. Lecture de livres 15. Travail rémunéré

Annexe 4 : SF36 et méthode de calcul des scores

1/ Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :

- 1 : excellente.
- 2 : très bonne.
- 3 : bonne.
- 4 : mauvaise.
- 5 : médiocre.

2/ Par rapport à l'année dernière à la même époque, comment trouvez-vous votre état de santé actuel ?

- 1 : bien meilleur que l'an dernier.
- 2 : plutôt meilleur.
- 3 : à peu près pareil
- 4 : plutôt moins bon.
- 5 : beaucoup moins bon.

3/ Voici la liste d'activités que vous pouvez avoir à faire dans votre vie de tous les jours. Pour chacune d'entre elles, indiquez si vous vous êtes limité en raison de votre état de santé actuel :

Listes d'activités	OUI beaucoup limité(e)	OUI peu limité(e)	NON pas du tout limité(e)
A Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport...	1	2	3
B Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules	1	2	3
C Soulever et porter les courses	1	2	3
D Monter plusieurs étages par l'escalier	1	2	3
E Monter un étage par l'escalier	1	2	3
F Se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir	1	2	3
G Marcher plus d'un kilomètre à pied	1	2	3
H Marcher plusieurs centaines de mètres	1	2	3
I Marcher une centaine de mètres	1	2	3
J Prendre un bain, une douche ou s'habiller	1	2	3

4/ Au cours de ces quatre dernières semaines et en raison de votre état physique

	OUI	NON
A		
Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles?	1	2
B		
Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	1	2
C		
Avez-vous dû arrêter de faire certaines choses ?	1	2
D		
Avez-vous eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité ? (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire)	1	2

5/ Au cours de ces quatre dernières semaines et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux ('se) ou déprimé(e))

	OUI	NON
A		
Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles?	1	2
B		
Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	1	2
C		
Avez-vous eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin et d'attention que d'habitude ?	1	2

6/ Au cours de ces quatre dernières semaines, dans quelle mesure votre état de santé physique ou émotionnel vous a-t-il gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis ou vos connaissances ?

- 1 : pas du tout.
 2 : un petit peu.
 3 : moyennement.
 4 : beaucoup.
 5 : énormément.

7/ Au cours de ces quatre dernières semaines, quelle a été l'intensité de vos douleurs (physiques) ?

- 1 : nulle. 2 : très faible. 3 : faible. 4 : moyenne. 5 : grande. 6 : très grande.

8/ Au cours de ces quatre dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elle limité(e) dans votre travail ou vos activités domestiques ?

- 1 : pas du tout. 2 : un petit peu. 3 : moyennement. 4 : beaucoup. 5 : énormément

9/ Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces quatre dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée.

Au cours de ces quatre dernières semaines, y a-t-il eu des moments où :

	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelquefois	Rarement	Jamais
A Vous vous êtes senti(e) dynamique ?	1	2	3	4	5	6
B Vous vous êtes senti(e) très nerveux (se) ?	1	2	3	4	5	6
C Vous vous êtes senti(e) si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral ?	1	2	3	4	5	6
D Vous vous êtes senti(e) calme et détendu(e) ?	1	2	3	4	5	6
E Vous vous êtes senti(e) débordant(e) d'énergie ?	1	2	3	4	5	6
F Vous vous êtes senti(e) triste et abattu(e) ?	1	2	3	4	5	6
G Vous vous êtes senti(e) épuisé(e) ?	1	2	3	4	5	6
H Vous vous êtes senti(e) heureux (se) ?	1	2	3	4	5	6
I Vous vous êtes senti(e) fatigué(e) ?	1	2	3	4	5	6

10/ Au cours de ces quatre dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé, physique ou émotionnel vous a gêné(e) dans votre vie et vos relations avec les autres, votre famille et vos connaissances ?

1 : en permanence.

2 : une bonne partie du temps.

3 : de temps en temps.

4 : rarement.

5 : jamais.

11/ Indiquez pour chacune des phrases suivantes dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :

	Totalement vrai	Plutôt vrai	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
A Je tombe malade plus facilement que les autres	1	2	3	4	5
B Je me porte aussi bien que n'importe qui	1	2	3	4	5
C Je m'attends à ce que ma santé se dégrade	1	2	3	4	5
D Je suis en excellente santé	1	2	3	4	5

Tableau I : Les différentes dimensions de la SF36 : items correspondants.

Dimensions	nombres d'items	numéros des items
Activité physique	10	3A à 3 J
Limitations liées à la santé physique	4	4A à 4D
Limitations liées à la santé psychique	3	5A à 5C
Vie et relation avec les autres	2	6, 10
Douleur	2	7, 8
Santé psychique	5	9B à 9D, 9F, 9H
Vitalité	4	9A, 9E, 9G, 9I
Santé perçue	5	1, 11A à 11D

(l'item 2 n'entre dans aucune dimension)

Tableau II : Scores généraux de la SF36 : dimensions de la SF36 correspondantes.

Santé physique générale	activité physique + limitations liées à la santé physique + douleur + santé perçue
Santé psychique générale	vitalité + limitations liées à la santé psychique + vie et relation avec les autres + santé psychique

Tableau III : Cotation des différents items de la SF36.

Cotations de la SF36 pour les différents items		
Items	Réponse	Valeur attribuée
1, 2, 6, 8, 11B, 11D	1	100
	2	75
	3	50
	4	25
	5	0
3A à 3J	1	0
	2	50
	3	100
4A à 4D, 5A à 5C	1	0
	2	100
7, 9A, 9D, 9E, 9H	1	100
	2	80
	3	60
	4	40
	5	20
	6	0
9B, 9C, 9F, 9G, 9I	1	0
	2	20
	3	40
	4	60
	5	80
	6	100
10, 11A, 11C	1	0
	2	25
	3	50
	4	75
	5	100

Annexe 5 : MAF et calcul de l'index global de fatigue

Examen/diagnostic multi-dimensionnel de l'échelle de la fatigue

Consignes : Ces questions concernent la fatigue et les effets de la fatigue sur vos activités

Pour chacune des questions suivantes, entourez le numéro qui correspond le plus à votre état durant les dernières semaines.

Par exemple, supposons que vous aimiez vraiment dormir tard le matin, vous devez entourer un numéro qui se rapproche au maximum de 'énormément' à la fin de la ligne.

Exemple : Jusqu'à quel point aimez-vous habituellement dormir tard le matin ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas du tout Enormément

Veillez maintenant s'il vous plaît compléter les questions suivantes en vous basant sur la semaine dernière :

1. A quel point vous êtes-vous senti fatigué ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas du tout Enormément

Si vous n'avez ressenti aucune fatigue, arrêtez vous là

2. Quel est le degré de fatigue que vous avez ressenti ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Léger Très important

3. Jusqu'à quel point la fatigue vous a-t-elle perturbé/gêné ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Aucunement Enormément

Examen/diagnostique multi-dimensionnel de l'échelle de la fatigue (suite)

Entourez le numéro qui correspond le plus à la façon dont la fatigue a interféré avec votre capacité à faire les activités suivantes la semaine dernière. Pour les activités que vous n'effectuez pas, pour des raisons autres que la fatigue (ex : vous ne travaillez pas parce que vous êtes à la retraite), mettez une croix dans la case précédant la question.

(Remarque : Mettez une croix dans la case précédant chaque question si vous n'effectuez pas l'activité mentionnée)

Au cours de la semaine dernière, dans quelle mesure la fatigue a-t-elle interféré avec votre capacité à :

4. Faire les tâches ménagères

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

5. Cuisiner

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

6. Prendre un bain ou une douche

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

7. S'habiller

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

8. Travailler

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

9. Rendre visite à des amis ou de la famille ou sortir avec eux

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

10. Avoir des relations sexuelles

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

11. Prendre part à des loisirs et des activités divertissantes

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

 12. Faire les courses

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

 13. Marcher

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

 14. Faire de l'exercice, autre que la marche

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Pas du tout Enormément

15. Au cours de la semaine dernière, vous avez été fatigué :

- 4 tous les jours
- 3 presque tous les jours
- 2 Occasionnellement
- 1 pratiquement jamais

16. Au cours de la semaine dernière, votre fatigue :

- 4 a augmenté
- 3 a oscillé
- 2 est restée la même
- 1 a diminué

Calcul de l'index global de fatigue :

Ajouter : les scores des 3 premières questions
 la moyenne des scores des questions 4 à 14
 le score de la réponse 15
 le score de la réponse 15 multiplié par 2.5.

Annexe 6 : Echelle de dyspnée

Modifiée de [14]

Absente	0
A peine perceptible	0.5
Très légère	1
Légère	2
Modérée	3
Modérée à sévère	4
Sévère	5
	6
Très sévère	7
	8
	9
Très très sévère	10

Annexe 7 : Evaluation de l'effort au niveau des membres inférieurs

Modifiée de [14]

Rien du tout	0 0,3
Extrêmement faible	0,5
Très faible	1 1,5
Faible	2 2,5
Modéré	3 4
Intense	5 6
Très intense	7 8 9
Extrêmement intense	10

Annexe 8 : Evolution des critères d'évaluation pour chaque patient

- Evolution de la capacité à l'effort

Tableau IV : Fréquence cardiaque au repos (bpm). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	70	63	85	60	91	79	95	76	63
T1	67	63	NT	60	95	78	79	73	60
T2	67	75	78	59	87	78	75	80	70
T3	74	67	63	58	95	69	NT	NT	NT

Tableau V : Tension artérielle au repos (mmHg). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	135/80	105/80	105/65	110/70	120/75	110/80	135/80	120/90	95/75
T1	135/80	110/80	NT	90/70	145/85	135/85	115/90	135/90	105/75
T2	120/80	105/75	105/70	105/75	130/80	125/75	130/85	120/80	120/80
T3	130/85	95/75	105/75	115/75	130/85	110/60	NT	NT	NT

Tableau VI : VO₂ au seuil (l/min/kg). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	19	15,2	11,5	14,6	13,5	18,7	11,8	18,7	24,9
T1	19,6	15,6	NT	14,1	15,2	22,1	16,3	19,4	25,2
T2	So	16,6	9,9	13,8	20,6	29,4	So	26,5	25,4
T3	15	17	12,7	11,3	15,3	28,8	NT	NT	NT

Tableau VII : VO₂ au seuil (% de VO₂ max théorique). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	49	48	36	51	39	51	43	53	63
T1	51	50	NT	49	44	62	59	55	64
T2	So	53	31	48	60	82	So	75	65
T3	39	55	40	40	45	80	NT	NT	NT

Tableau VIII : Fréquence cardiaque au seuil (bpm). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	155	150	151	115	150	142	148	163	126
T1	157	162	NT	104	160	141	150	162	153
T2	157	151	134	126	160	160	151	162	155
T3	155	153	153	121	166	169	NT	NT	NT

Tableau IX : Puissance au seuil (Watts). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	90	80	45	58	63	87	24	85	150
T1	105	80	NT	43	70	130	60	107	178
T2	135	83	60	50	90	150	80	135	178
T3	105	100	45	38	81	135	NT	NT	NT

Tableau X : Puissance au seuil (METS). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	5,4	4,3	3,3	4,2	3,9	5,3	3,4	5,3	7,1
T1	5,6	4,5	NT	4	4,3	6,3	4,7	5,5	7,2
T2	NT	4,7	2,8	3,9	5,9	8,4	NT	7,6	7,2
T3	4,3	4,9	3,6	3,2	4,4	8,2	NT	NT	NT

Tableau XI : Pic de VO₂ (l/min/kg). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	31,6	18,2	20,8	27,1	24,1	23,1	15,3	34,2	26,2
T1	32	19	NT	24,8	24	28,5	27,2	32,4	30,8
T2	NT	23,6	17,8	25,8	27,9	40,8	NT	36	31
T3	22,9	22,4	26,4	25,5	21,5	42,7	NT	NT	NT

Tableau XII : Pic de VO₂ (% VO₂ max théorique). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	82	58	65	94	71	63	56	97	66
T1	83	60	NT	86	70	80	99	92	78
T2	NT	75	56	90	82	114	NT	104	79
T3	60	72	83	91	63	119	NT	NT	NT

Tableau XIII : Puissance maximale (Watts). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	150	90	90	110	120	120	60	180	161
T1	180	110	NT	100	130	150	110	180	220
T2	180	110	80	110	140	210	110	195	240
T3	165	120	105	120	140	222	NT	NT	NT

Tableau XIV : Puissance maximale (METS). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	9	5,2	5,9	7,7	6,9	6,6	4,4	9,8	7,5
T1	9,1	5,4	NT	7,1	6,9	8,1	7,8	9,3	8,8
T2	NT	6,7	5,1	7,4	8	11,6	NT	10,5	8,9
T3	6,6	6,4	7,5	7,3	6,1	12,2	NT	NT	NT

Tableau XV : Fréquence cardiaque maximale (% de FMT). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	85	85	85	70	86	80	91	93	73
T1	86	92	NT	63	92	80	93	92	83
T2	86	86	76	77	92	92	93	92	85
T3	86	87	86	74	95	96	NT	NT	NT

Tableau XVI : Tension artérielle maximale (mmHg). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	210/ 130	190/ 100	145/ 70	145/ 95	220/ 90	215/ 90	190/ 90	205/ 95	175/ 85
T1	220/ 135	195/ 100	NT	150/ 85	230/ 140	215/ 90	165/ 85	185/ 100	200/ 90
T2	230/ 90	185/ 95	150/ 70	180/ 90	225/ 150	220/ 85	170/ 80	205/ 100	245/ 60
T3	225/ 120	180/ 75	190/ 115	182/ 89	235/ 100	225/ 105	NT	NT	NT

- Evolution de l'endurance à la marche

Tableau XVII : Evolution de la distance parcourue (m) au test de 6 min. NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	685	515	525	145	570	690	530	560	705
T1	690	555	NT	192	620	780	590	635	720
T2	710	560	535	315	640	810	560	660	800
T3	690	575	550	370	720	810	NT	NT	NT

Tableau XVIII : Evolution de la fréquence cardiaque maximale (bpm) pendant le test de 6 min. NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	104	125	116	66	130	119	111	106	NT
T1	120	119	NT	75	136	136	105	111	136
T2	122	128	115	80	135	149	108	126	143
T3	134	128	119	63	136	120	NT	NT	NT

Tableau XIX : Evolution de la fréquence cardiaque maximale pendant le test de 6 min (% de la FMT). NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	57	71	66	40	75	67	68	61	NT
T1	66	68	NT	46	79	77	65	63	74
T2	67	73	65	49	78	84	68	72	79
T3	74	73	67	39	79	68	NT	NT	NT

- Evolution de l'activité en milieu ordinaire

Données de l'accélérométrie

Tableau XX : Durée moyenne de port de l'ActivPAL™ (h/j) pendant la semaine (lundi/vendredi). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	13:40	12:30	12:20	13:45	16:30	14:30	13:00	14:30	15:30
T1	12:00	14:00	NT	14:00	15:00	14:00	15:00*	14:00*	15:30*
T2	11:00	15:00	12:00	14:00	14:30	13:00	14:00	13:00	14:20
T3	9:15	15:00	12:30	14:00	15:00	13:00	NT	NT	NT

Tableau XXI : Durée moyenne de port de l'ActivPAL™ (h/j) le week-end. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	17:00	15:00	12:00	14:00	16:00	15:00	12:00	15:30	14:00
T1	12:30	16:00	NT	13:30	15:00	13:00	12:30*	13:30*	14:00*
T2	10:30	15:00	12:00	14:00	15:30	12:30	14:00	15:00	15:30
T3	12:00	14:00	12:30	15:00	16:30	12:30	NT	NT	NT

Tableau XXII : Durée moyenne de port de l'ActivPAL™ (h/j) pour toute la semaine. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	14:30	13:15	12:15	14:00	16:15	14:45	12:45	14:45	15:00
T1	12:00	14:30	NT	14:00	15:00	13:30	14:15*	14:00*	15:00*
T2	11:00	15:00	12:00	14:00	15:00	12:45	14:00	14:15	15:00
T3	10:00	14:45	12:30	14:15	15:30	12:45	NT	NT	NT

**Tableau XXIII : Nombre moyen de pas par jour pendant la semaine (lundi/vendredi). NT : non testé.
* mesures réalisées pendant une semaine de traitement.**

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	4660	6741	7646	7767	9351	6615	3710	5484	7043
T1	2561	7499	NT	6697	6303	8594	8525*	10246*	13568*
T2	5745	9710	4076	10653	8400	9780	12722	5454	10893
T3	3455	7615	4920	6780	7226	7951	NT	NT	NT

Tableau XXIV : Nombre moyen de pas par jour pendant le week-end. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	9203	4021	4378	6730	8606	25599	3601	3653	6854
T1	8106	10717	NT	9134	7612	6259	3471*	10104*	5804*
T2	11476	7289	2280	10326	10314	16440	8570	9018	6882
T3	7034	7145	4451	8012	4361	9988	NT	NT	NT

Tableau XXV : Nombre moyen de pas par jour pour toute la semaine. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	5958	5964	6712	7421	9138	12039	3679	4961	6889
T1	4410	8418	NT	7509	6677	7660	7081*	10206*	11350*
T2	7382	9018	3563	10571	8947	11683	11536	6473	9747
T3	4172	7481	4786	7088	6407	8630	NT	NT	NT

Tableau XXVI : Nombre moyen de pas par heure de port de l'ActivPAL™ la semaine (lundi/vendredi). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	343	536	621	565	567	456	285	422	459
T1	213	536	NT	478	420	614	568*	732*	875*
T2	522	647	340	761	579	752	909	420	756
T3	374	507	394	484	481	612	NT	NT	NT

Tableau XXVII : Nombre moyen de pas par heure de port de l'ActivPAL™ le week-end. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	543	268	364	480	538	1707	300	236	490
T1	648	670	NT	677	507	481	278*	748*	415*
T2	1093	486	190	738	665	1315	612	601	444
T3	586	510	356	534	264	799	NT	NT	NT

Tableau XXVIII : Nombre moyen de pas par heure de port de l'ActivPAL™ pour toute la semaine. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	411	631	548	530	562	810	289	336	466
T1	367	581	NT	536	445	567	497*	729*	757*
T2	671	601	297	755	596	916	824	454	650
T3	417	507	383	497	413	677	NT	NT	NT

Tableau XXIX : Cadence de marche préférentielle (pas/min). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	100/ 110	100/ 110	110/12 0	80/90	110/ 120	100/ 110	100/ 110	100/ 110	100/ 110
T1	100/ 110	90/ 100	NT	80/90	120/ 130	100/ 110	120/ 130*	110/ 120*	120/ 130*
T2	100/ 110	100/ 110	90/ 100	80/90	120/ 130	100/ 110	100/ 110	110/ 120	130/ 140
T3	100/ 110	90/ 100	120/13 0	80/90	120/ 130	100/ 110	NT	NT	NT

Tableau XXX : Pourcentage moyen de temps passé assis ou couché la semaine (lundi/vendredi). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	81,8	75,4	82,7	77,8	79,8	82,3	88,2	86	72,1
T1	71,4	75,6	NT	79,8	78,4	80,1	79,9*	77*	72*
T2	79,3	72,4	87	73,6	79,4	82,6	81,4	69,1	74,3
T3	82	77,6	87,7	77,6	80,3	82,8	NT	NT	NT

Tableau XXXI : Pourcentage moyen de temps passé assis ou couché le week-end. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	75,8	83,7	82	79	82,4	56,8	90,2	88	74,6
T1	76,7	67	NT	76,2	81	81,1	88,7*	76,1*	68*
T2	72,7	74,5	88,3	76,2	83,6	76,5	81,2	78,3	72,3
T3	74,4	79,8	88,8	72,9	85,3	78,7	NT	NT	NT

Tableau XXXII : Pourcentage moyen de temps passé assis ou couché pour toute la semaine. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	80	71,7	82,5	78,2	80,5	75	88,8	86,6	72,8
T1	73,2	73,1	NT	78,7	79,1	80,5	82,5*	76,7*	70,9*
T2	77,4	73	87,4	74,2	80,6	80,9	81,4	71,7	73,7
T3	80,5	78,3	88	76,4	81,7	81,4	NT	NT	NT

Tableau XXXIII : Pourcentage moyen de temps passé à marcher la semaine (lundi/vendredi). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	5	7,1	5,7	8	7,8	5,8	3,3	4,6	6,7
T1	2,7	7,2	NT	7,5	5,8	6,7	6,5*	7,8*	11,2*
T2	5,4	9,4	3,7	11,5	6,6	7	9	5,2	8,5
T3	3,5	7	3,4	7,6	5,8	5,9	NT	NT	NT

Tableau XXXIV : Pourcentage moyen de temps passé à marcher le week-end. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	8,8	4,6	3,9	7,1	6,4	20,3	2,9	3,3	7,1
T1	7,5	10,5	NT	9,8	6,5	5,9	3,4*	9,4*	6*
T2	10	7,3	2,1	10,5	7,2	12,5	6,8	7,6	7,1
T3	6,7	6,3	3,5	8,8	3,6	8,7	NT	NT	NT

Tableau XXXV : Pourcentage moyen de temps passé à marcher pour toute la semaine. NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	6,1	8,7	5,2	7,7	7,5	10,3	3,2	4,2	6,8
T1	4,3	8,1	NT	8,3	6	6,4	5,5*	8,3*	9,7*
T2	7	8,8	3,2	11,3	6,8	8,5	8,3	5,9	8,2
T3	4,1	6,8	3,5	7,9	5,2	6,8	NT	NT	NT

Tableau XXXVI : Evolution du nombre de périodes de marche continue de 15 à 30 min. (nombre de périodes/semaine). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	0	0	5	0	9	4	3	0	0
T1	0	2	NT	2	9	0	1*	1*	1*
T2	2	3	0	0	10	2	4	1	1
T3	0	2	6	0	8	1	NT	NT	NT

Tableau XXXVII : Evolution du nombre de périodes de marche continue de plus de 30 min (nombre de périodes/semaine). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	0	0	2	0	2	4	2	1	0
T1	0	1	NT	0	4	2	5*	4*	4*
T2	2	0	0	5	1	5	8	0	4
T3	0	1	0	0	0	2	NT	NT	NT

Tableau XXXVIII : Evolution du nombre de pas dits « thérapeutiques » (% pas total). NT : non testé. * mesures réalisées pendant une semaine de traitement.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	0	0	14	0	18	20	22	7	0
T1	0	11	NT	0	30	16	45*	31*	25*
T2	11	0	0	21	14	31	61	0	31
T3	0	10	0	0	0	17	NT	NT	NT

Tableau XXXIX : Dissociation entre l'activité déclarée et l'activité mesurée à 3 mois : durée des séances (min) et fréquence des séances (/semaine).

	Activité déclarée à 3 mois		Activité mesurée à 3 mois	
	Durée des séances	Fréquence des séances	Durée des séances	Fréquence des séances
M. C. P.	60	7	0	0
Mme. B. V.	30	7	45 15	1 2
Mme. M. M.	20	7	15	6
M. M. H.	60 30	3 7	0	0
M. A. P.	45	9	15	8
M. T. G.	60	5	30 15	2 1

Echelle de Frenchay**Tableau XXXX : Echelle de Frenchay. NT : non testé.**

	M C P	Mme B V	Mme M M	M M H	M A P	M T G	M M A	M M D	M F J
T3	22	28	34	17	38	28	NT	NT	NT

- Evolution de la qualité de vie

Tableau XXXXI : Scores de santé physique générale de la SF36. NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	62	58	49	65	34	39	68	86	75
T1	67	67	NT	60	58	43	80	79	79
T2	83	78	66	79	55	23	81	72	59
T3	57	76	54	53	56	33	NT	NT	NT

Tableau XXXXII : Scores de santé psychique générale de la SF36. NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	55	56	41	55	21	30	46	76	59
T1	53	65	NT	67	43	38	67	84	58
T2	72	66	74	69	48	16	88	80	41
T3	55	72	68	64	72	27	NT	NT	NT

- Fatigue

Tableau XXXXIII : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF. NT : non testé.

	M. C. P.	Mme B. V.	Mme M. M.	M. M. H.	M. A. P.	M. T. G.	M. M. A.	M. M. D.	M. F. J.
T0	30	25	22	31	40	43	37	32	25
T1	38	20	NT	25	26	38	14	17,5	18
T2	27	17,5	26	21	30	48,5	13	25	28
T3	31	28	17	23	29	37	NT	NT	NT

Annexe 9 : Description du programme de réentraînement réalisé pour chaque patient

Tableau XXXXIV : Caractéristiques du protocole de réentraînement.

	Délai post AVC (mois)	Durée du programme (mois)	Nombre de séances	Fréquence des séances (/semaine)	Durée moyenne de séances (min)	Outils utilisés
M. C. P.	3	4	38	2 puis 3	40	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre Rameur
Mme B. V.	9	5,5	47	3 puis 4	45	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre
Mme M. M.	19,5	1,5	18	4	45	Tapis de marche Cycloergomètre
M. M. H.	9	3,5	42	3	45	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre
M. A. P.	3,5	3	35	3 puis 4	45	Ergomètre à bras Cycloergomètre Rameur
M. T. G.	4,5	5	41	3	40	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre Rameur
M. M. A.	7	3	58	de 3 à 5	40	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre
M. M. D.	4	3	31	3 à 4	45	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre Rameur
M. F. J.	5,5	3	38	3 à 4	50	Ergomètre à bras Tapis de marche Cycloergomètre Rameur

Tableau XXXXV : Progression de la puissance de travail entre le début et la fin du programme. SO : sans objet.

	Ergomètre à bras (METS)	Tapis de marche (METS)	Cycloergomètre à charge constante (METS)	Cycloergomètre en intervall training	Rameur (Watts)
M. C. P.	2,6 à 5,3	5,5	3,1 à 4,8	De 60 W/90 W à 60 W/120 W	50 à 72
Mme B. V.	1,8 à 3,9	1,9 à 2,7	2,7 à 4,4	De 30 W/60 W à 45 W/90 W	SO
Mme M. M.	SO	1,4 à 2	3 à 3,5	30 W/60 W	SO
M. M. H.	1 à 3,2	1,6 à 2,6	2,9 à 4,6	De 30 W/60 W à 60 W/85 W	SO
M. A. P.	2,6 à 3,6	So	3,4 à 5,1	SO	20 à 50
M. T. G.	3,2	3,1 à 5	4,2 à 6,4	SO	50 à 100
M. M. A.	3,1 à 4,4	2,4 à 3,3	3,5 à 4,6	De 20 W/50 W à 35 W/70 W	SO
M. M. D.	3,9 à 4,3	2,2 à 5,4	3,5 à 5,5	SO	SO
M. F. J.	3,1 à 3,7	6 à 6,4	3,7 à 6,1	SO	95 à 120

Tableau XXXXVI : Fréquence cardiaque maximale moyenne pendant le réentraînement

	Fréquence cardiaque maximale (% FMT)	Fréquence cardiaque maximale (% fc au seuil)
M. C. P.	62	101
Mme B. V.	59	78
Mme M. M.	63	102
M. M. H.	51	105
M. A. P.	77	113
M. T. G.	69	100
M. M. A.	73	106
M. M. D.	66	95
M. F. J.	66	99

Tableau XXXXVII : Scores des échelles fonctionnelles de perception de l'effort pendant les séances.

	Echelles fonctionnelles de perception de l'effort		
	Dyspnée	Fatigue des membres	Borg
M. C. P.	1 à 2	2 à 8	11 à 15
Mme B. V.	1 à 2	2 à 4	11 à 14
Mme M. M.	1	2	13
M. M. H.	1 à 2	2 à 3	11 à 14
M. A. P.	1 à 2	2 à 3	10 à 12
M. T. G.	1 à 2	2 à 4	11 à 15
M. M. A.	1 à 2	2 à 10	11 à 20
M. M. D.	1	4 à 5	10 à 14
M. F. J.	1 à 2	1 à 4	10 à 13

Annexe 10 : Evolution des critères d'évaluation dans l'ensemble de la population

Tableau XXXXVIII : Evolution des paramètres des tests d'effort entre le début et la du réentraînement.
NS : non significatif.

n = 9	T0 initiale	T2 finale	Valeur de p
fc repos (bpm)	76 (63-85)	75 (70-78)	NS
TAS repos (mmHg)	119 (106-130)	119 (107-123)	NS
TAD repos (mmHg)	77 (75-82)	77 (74-79)	NS
VO ₂ au seuil (%VO ₂ max théorique) n = 7	49 (43-51)	60 (50,5-70)	NS
fc seuil (bpm)	116 (113-119)	127 (114-131)	0,03
puissance seuil (W)	80 (58-87)	90 (80-135)	0,02
puissance seuil (METS) n = 7	4,3 (3,9-5,3)	5,9 (4,3-7,4)	NS
pic de VO ₂ (%VO ₂ max théorique) n = 7	66 (63-82)	82 (77-97)	0,09
fc max (% FMT)	85 (80-86)	86 (85-92)	NS
puissance max (W)	120 (90-150)	140 (110-195)	0,02
puissance max (METS) n = 7	6,9 (5,9-7,7)	8 (7-9,7)	0,09
TAS max (mmHg)	191 (174-209)	205 (178-123)	NS
TAD max (mmHg)	92 (88-93)	87 (82-93)	NS

Tableau XXXXIX : Evolution des paramètres des tests d'effort entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T0 initiale	T3 + 3 mois	Valeur de p
fc repos (bpm)	75,5 (65,2-83,5)	71,5-67,5-82,2)	NS
TAS repos (mmHg)	115 (107,2-127,2)	113,5 (107-125,2)	NS
TAD repos (mmHg)	75,5 (69,7-78,2)	76,5 (75,2-81,5)	NS
VO ₂ au seuil (%VO ₂ max théorique) n = 5	48,5 (41,2-50,5)	42,5 (40-52,5)	NS
fc seuil (bpm)	115,5 (109,5-118)	123 (111,5-126,2)	NS
puissance seuil (W)	71,5 (41,2-50,5)	90,5 (54-103,7)	NS
puissance seuil (METS) n = 5	4,2 (4-5,1)	4,3 (3,8-4,8)	NS
pic de VO ₂ (%VO ₂ max théorique) n = 5	68 (63,5-79,2)	77,5 (65,2-89)	NS
fc max (% FMT)	85 (81,2-85,7)	86,5 (86-93)	0,04
puissance max (W)	115 (95-120)	130 (120-158,7)	0,03
puissance max (METS) n = 5	6,7 (6,1-7,5)	6,9 (6,4-7,4)	NS
TAS max (mmHg)	199,5 (155,5-217,7)	207,5 (184,2-224)	0,07
TAD max (mmHg)	92,5 (89-98,2)	102 (91,2-112)	NS

Tableau L : Evolution des paramètres de l'épreuve d'effort entre les évaluations en fin de réentraînement et à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T2 finale	T3 + 3 mois	Valeur de p
fc repos (bpm)	76,5 (69-78)	71,5-67,5-82,2)	NS
TAS repos (mmHg)	113 (106,2-122)	113,5 (107-125,2)	NS
TAD repos (mmHg)	76,5 (74,5-77,7)	76,5 (75,2-81,5)	NS
VO ₂ au seuil (%VO ₂ max théorique) n = 5	53 (48-60)	42,5 (40-52,5)	NS
fc seuil (bpm)	125 (116,2-129,2)	123 (111,5-126,2)	0,08
Puissance seuil (W)	86,5 (65,7-123,7)	90,5 (54-103,7)	NS
puissance seuil (METS) n = 5	4,7 (3,9-5,9)	4,3 (3,8-4,8)	NS
pic de VO ₂ (%VO ₂ max théorique) n = 5	82 (75-90)	77,5 (65,2-89)	NS
fc max (% FMT)	86 (79,2-90-5)	86,5 (86-93)	NS
Puissance max (W)	125 (110-170)	130 (120-158,7)	NS
puissance max (METS) n = 5	7,4 (6,7-8)	6,9 (6,4-7,4)	NS
TAS max (mmHg)	203 (179,5-222,7)	207,5 (184,2-224)	NS
TAD max (mmHg)	88 (87-92)	102 (91,2-112)	NS

Tableau LI : Evolution des résultats du test de 6 min entre le début et la fin du réentraînement. NS : non significatif.

n = 9	T0 initiale	T2 finale	Valeur de p
distance parcourue (m)	560 (525-685)	640 (560-710)	0,01
fc max (% FMT) n = 8	66,5 (60-68,8)	70 (66,5-74,2)	0,03

Tableau LII : Evolution des résultats du test de 6 min entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T0 initiale	T3 + 3 mois	Valeur de p
distance parcourue (m)	547 (517-656)	632 (556-712)	0,03
fc max (% FMT)	62,5 (59,2-70)	70,5 (67,2-73,7)	0,07

Tableau LIII : Evolution des résultats du test de 6 min entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T2 finale	T3 + 3 mois	Valeur de p
distance parcourue (m)	600 (541-692)	632 (556-712)	NS
fc max (% FMT)	70 (65,5-76,7)	70,5 (67,2-73,7)	NS

Tableau LIV : Evolution des données de l'accélérométrie entre le début et la fin du réentraînement. NS : non significatif. NS : non significatif.

n = 9	T0 initiale	T2 finale	Valeur de p
durée de port de l'accéléromètre (h/j)	14h30 (13h14-14h45)	14h (12h45-15h)	NS
nombre moyen de pas par jour	6712 (5958-7421)	9018 (7382-10571)	NS
nombre de pas par heure de port	466 (411-548)	650 (596-755)	0,07
pourcentage de temps passé assis ou couché	80 (77,8-82,5)	77,4 (73,7-80,9)	NS
pourcentage de temps passé à marcher	6,4 (5,2-7,5)	8,2 (6,8-8,5)	NS

Tableau LV : Evolution des données de l'accélérométrie entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T0 initiale	T3 + 3 mois	Valeur de p
durée de port de l'accéléromètre (h/j)	14h15 (13h30-14h40)	13h30 (12h30-14h40)	NS
nombre moyen de pas par jour	7066 (6151-8709)	6747 (5191-7183)	0,07
nombre de pas par heure de port	539 (470-558)	457 (414-504)	NS
pourcentage de temps passé assis ou couché	79,1 (77,9-80,4)	80,9 (78,8-81,6)	NS
pourcentage de temps passé à marcher	6,9 (6,2-7,6)	6 (4,4-6,8)	NS

Tableau LVI : Evolution des données de l'accélérométrie entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T2 finale	T3 +3 mois	Valeur de p
durée de port de l'accéléromètre (h/j)	12h10 (13h15-14h40)	13h30 (12h30-14h40)	NS
nombre moyen de pas par jour	8982 (7773-10183)	6747 (5191-7183)	0,05
nombre de pas par heure de port	636 (597-734)	457 (414-504)	0,05
pourcentage de temps passé assis ou couché	79 (75-80,8)	80,9 (78,8-81,6)	0,03
pourcentage de temps passé à marcher	7,7 (6,8-8,7)	6 (4,4-6,8)	0,05
pourcentage de pas « thérapeutiques »	12,5 (2,7-19,2)	0 (0-7,5)	NS

Tableau LVII : Evolution de la qualité de vie entre le début et la fin du réentraînement. NS : non significatif.

n = 9	T0 initiale	T2 finale	Valeur de p
Santé physique	61,8 (48,8-67,5)	71,7 (59,2-78,7)	NS
santé psychique	54,8 (40,8-56,3)	69,2 (48-74)	NS

Tableau LVIII : Evolution de la qualité de vie entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T0 initiale	T3 + 3 mois	Valeur de p
Santé physique	53,4 (41,2-60,8)	55 (53,2-56,7)	NS
santé psychique	47,7 (32,3-54,9)	66 (57,2-71)	NS

Tableau LIX : Evolution de la qualité de vie entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T2 finale	T3 +3 mois	Valeur de p
Santé physique	71,7 (57,7-78,4)	55 (53,2-56,7)	NS
santé psychique	67,5 (52,4-70,9)	66 (57,2-71)	NS

Tableau LX : Evolution de la fatigue entre le début et la fin du réentraînement. NS : non significatif.

n = 9	T0 initiale	T2 finale	Valeur de p
fatigue	31 (25-37)	26 (21-28)	0,1

Tableau LXI : Evolution de la fatigue entre le début du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T0 initiale	T3 + 3 mois	Valeur de p
fatigue	30,5 (26,3-37,7)	28,5 (24,2-30,5)	NS

Tableau LXII : Evolution de la fatigue entre la fin du réentraînement et l'évaluation à 3 mois. NS : non significatif.

n = 6	T2 finale	T3 +3 mois	Valeur de p
fatigue	26,5 (22,2-29,2)	28,5 (24,2-30,5)	NS

Annexe 11 : Table de figures

Figure 1 : Mesure des échanges gazeux à l'effort : détermination du seuil ventilatoire. Schéma modifié de Tabet [9].	26
Figure 2 : Les différentes phases du protocole de l'étude.	83
Figure 3 : Evolution de la VO_2 au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. C. P. entre les différentes évaluations.	88
Figure 4 : Evolution de la puissance au seuil de M. C. P. entre les différentes évaluations.	89
Figure 5 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de M. C. P. entre les différentes évaluations.	89
Figure 6 : Evolution de la puissance maximale de M. C. P. entre les différentes évaluations.	90
Figure 7 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. C. P. entre les différentes évaluations.	91
Figure 8 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL TM par jour (h/j) pour M. C. P. entre les différentes évaluations.	91
Figure 9 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. C. P. entre les différentes évaluations.	92
Figure 10 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. C. P. entre les différentes évaluations.	93
Figure 11 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. C. P. lors des différentes évaluations.	94
Figure 12 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. C. P. lors des différentes évaluations.	95
Figure 13 : Evolution de la VO_2 au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	98
Figure 14 : Evolution de la puissance au seuil de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	99
Figure 15 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	99
Figure 16 : Evolution de la puissance maximale de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	100
Figure 17 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	101
Figure 18 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL TM par jour (h/j) pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	102
Figure 19 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	102
Figure 20 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	103
Figure 21 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	104
Figure 22 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour Mme. B. V. entre les différentes évaluations.	105
Figure 23 : Evolution de la VO_2 au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	107
Figure 24 : Evolution de la puissance au seuil de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	108
Figure 25 : Evolution du pic de VO_2 exprimé en pourcentage de la VO_2 max théorique de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	108
Figure 26 : Evolution de la puissance maximale de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	109

Figure 27 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min par Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	110
Figure 28 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	110
Figure 29 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	111
Figure 30 : Evolution des pourcentages moyens de temps total passé assis/couché ou à marcher (%) pour Mme. M. M. entre les différentes évaluations.	112
Figure 31 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour Mme. M. M. lors des différentes évaluations.	113
Figure 32 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour Mme. M. M. lors des différentes évaluations.	113
Figure 33 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. H. entre les différentes évaluations.	116
Figure 34 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. H. entre les différentes évaluations.	117
Figure 35 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. H. entre les différentes évaluations.	117
Figure 36 : Evolution de la puissance maximale de M. M. H. entre les différentes évaluations.	118
Figure 37 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. H. entre les différentes évaluations.	119
Figure 38 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. H. entre les différentes évaluations.	120
Figure 39 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. H. entre les différentes évaluations.	120
Figure 40 : Evolution des pourcentages moyens de temps total passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. H. entre les différentes évaluations.	121
Figure 41 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. H. lors des différentes évaluations.	122
Figure 42 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. H. lors des différentes évaluations.	123
Figure 43 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. A. P. entre les différentes évaluations.	125
Figure 44 : Evolution de la puissance au seuil de M. A. P. entre les différentes évaluations.	126
Figure 45 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. A. P. entre les différentes évaluations.	126
Figure 46 : Evolution de la puissance maximale de M. A. P. entre les différentes évaluations.	127
Figure 47 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. A. P. entre les différentes évaluations.	128
Figure 48 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. A. P. entre les différentes évaluations.	128
Figure 49 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. A. P. entre les différentes évaluations.	129
Figure 50 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. A. P. entre les différentes évaluations.	130
Figure 51 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. A. P. entre les différentes évaluations.	131
Figure 52 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. A. P. lors des différentes évaluations.	131

Figure 53 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. T. G. entre les différentes évaluations.	134
Figure 54 : Evolution de la puissance au seuil de M. T. G. entre les différentes évaluations.	135
Figure 55 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. T. G. entre les différentes évaluations.	135
Figure 56 : Evolution de la puissance maximale de M. T. G. entre les différentes évaluations.	136
Figure 57 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. T. G. entre les différentes évaluations.	137
Figure 58 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. T. G. entre les différentes évaluations.	137
Figure 59 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. T. G. entre les différentes évaluations.	138
Figure 60 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. T. G. entre les différentes évaluations.	139
Figure 61 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 de M. T. G. lors des différentes évaluations.	140
Figure 62 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. T. G. lors des différentes évaluations.	141
Figure 63 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. A. entre les différentes évaluations.	143
Figure 64 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. A. entre les différentes évaluations.	144
Figure 65 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. A. entre les différentes évaluations.	144
Figure 66 : Evolution de la puissance maximale de M. M. A. entre les différentes évaluations.	145
Figure 67 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. A. entre les différentes évaluations.	145
Figure 68 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. A. entre les différentes évaluations.	146
Figure 69 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. A. entre les différentes évaluations.	147
Figure 70 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. A. entre les différentes évaluations.	148
Figure 71 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. A. lors des différentes évaluations.	149
Figure 72 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. A. lors des différentes évaluations.	149
Figure 73 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. D. entre les différentes évaluations.	152
Figure 74 : Evolution de la puissance au seuil de M. M. D. entre les différentes évaluations.	152
Figure 75 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. M. D. entre les différentes évaluations.	153
Figure 76 : Evolution de la puissance maximale de M. M. D. entre les différentes évaluations.	153
Figure 77 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. M. D. entre les différentes évaluations.	154
Figure 78 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL™ par jour (h/j) pour M. M. D. entre les différentes évaluations.	155

Figure 79 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. M. D. entre les différentes évaluations.....	155
Figure 80 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. M. D. entre les différentes évaluations.....	156
Figure 81 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. M. D. lors des différentes évaluations.....	157
Figure 82 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. M. D. lors des différentes évaluations.....	158
Figure 83 : Evolution de la VO ₂ au seuil ventilatoire exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. F. J. entre les différentes évaluations.....	160
Figure 84 : Evolution de la puissance au seuil de M. F. J. entre les différentes évaluations.	160
Figure 85 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique de M. F. J. entre les différentes évaluations.	161
Figure 86 : Evolution de la puissance maximale de M. F. J. entre les différentes évaluations.	161
Figure 87 : Evolution de la distance parcourue (m) et de la fc maximale (bpm) pendant le test de 6 min pour M. F. J. entre les différentes évaluations.	162
Figure 88 : Evolution de la durée moyenne de port de l'ActivPAL TM par jour (h/j) pour M. F. J. entre les différentes évaluations.....	163
Figure 89 : Evolution du nombre moyen de pas (pas/j) de M. F. J. entre les différentes évaluations.....	163
Figure 90 : Evolution des pourcentages moyens de temps passé assis/couché ou à marcher (%) pour M. F. J. entre les différentes évaluations.	164
Figure 91 : Evolution de la qualité de vie : résultats de la SF36 pour M. F. J. lors des différentes évaluations.....	165
Figure 92 : Evolution de la fatigue : résultats de la MAF pour M. F. J. lors des différentes évaluations.....	165
Figure 93 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.....	180
Figure 94 : Evolution de la VO ₂ au seuil exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.....	181
Figure 95 : Evolution de la distance parcourue (m) pendant le test de 6 min entre la fin du réentraînement T2 et l'évaluation à 3 mois T3.	182
Figure 96 : Evolution du pic de VO ₂ exprimé en pourcentage de la VO ₂ max théorique pendant le réentraînement.	187
Figure 97 : Evolution de la VO ₂ au seuil exprimée en pourcentage de la VO ₂ max théorique pendant le réentraînement.	187
Figure 98 : Evolution de la distance parcourue (m) pendant le test de 6 min pendant le réentraînement.	188
Figure 99 : Identification des différentes périodes de marche sur les tracés de l'ActivPAL TM	193
Figure 100 : Variation du nombre moyen de pas (p/j) entre les jours de semaine et les jours de week-end retrouvée lors de chaque évaluation pour M. C. P (patient n°1).....	195
Figure 101 : Pourcentage de temps passé en position assise ou couchée, en position debout et à marcher.	- 207 -
Figure 102 : Cadence de marche.	- 207 -
Figure 103 : Résultats de mesure d'activité obtenue avec l'ActivPAL TM	- 207 -

Glossaire

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

O₂ : oxygène

CO₂ : dioxyde de carbone

fc : fréquence cardiaque

FMT : Fréquence Cardiaque Maximale Théorique

bpm : battements par minute

ATP : Adénosine Tri Phosphate

ADP : Adénosine Di Phosphate

VO₂ : consommation en oxygène

VO₂ max : consommation maximale en oxygène

VCO₂ : production de CO₂

VE : débit ventilatoire

MET : équivalent métabolique

AVJ : Activités de la Vie Journalière

SF36 : Short Form 36

BWS : Body Weight Support

HDL : High-Density Lipoprotein

LDL : Low-Density Lipoprotein

MMS : Mini Mental Test de Folstein

TAS : Tension Artérielle Systolique

TAD : Tension Artérielle Diastolique

PAL : Physical Activity Logging

MAF : Multidimensional Assessment of Fatigue

FCE : Fréquence Cardiaque d'Entraînement

CRF : Centre de Réadaptation Fonctionnelle

HAD : Hospital Anxiety and Depression

GPS : Global Positioning System

NT : Non Testé

SO : Sans Objet

IMC : Indice de Masse Corporelle

Bibliographie

- [1] Chignon JC, Hamonet C, Weber M, Begué-Simon AM. La réadaptation à l'effort physique principes et méthodes. *J Réadapt Med.* 1986;6(4):117-26.
- [2] Patois-Verges B, Cohen M, Petitdant MF, Forte C, Ressencourt O, Louis P, et al. Bases du réentraînement, application à la réadaptation du patient coronarien. *J Réadapt Méd.* 1998;18(4):136-43.
- [3] Willmore J, Costill D. *Physiologie du sport et de l'exercice physique.* Bruxelles: De Boeck Université 1998, 736p.
- [4] Costill DL, Willmore JH. *Physiologie du sport et de l'exercice : adaptations physiologiques à l'exercice physique.* Bruxelles: De Boeck Université 2006, 602p.
- [5] Astrand PO, Rodahl K. *Précis de physiologie de l'exercice musculaire.* Paris: Masson 1980, 520p.
- [6] Howley ET, Bassett DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and science in sports and exercise.* 1995;27(9):1292-301.
- [7] Guyton AC, Hall JE. *Précis de physiologie médicale.* Padoue: Piccin 2002, 1048p.
- [8] Billas V. *Physiologie et méthodologie de l'entraînement de la théorie à la pratique:* De Boeck 2003.
- [9] Tabet JY, Meurin P, Ben Driss A, Weber H, Renaud N, Cohen-Solal A. Réadaptation des patients porteurs d'une cardiopathie : intérêt de la mesure des échanges gazeux à l'effort (VO₂). *Ann Cardiol Angiol* 2006;55(4):178-86.
- [10] Vandewalle H. Consommation d'oxygène et consommation maximale d'oxygène : intérêts et limites de leur mesure. *Ann Readapt Med Phys.* 2004;47(6):243-57.
- [11] MacKay-Lyons MJ, Howlett J. Exercise capacity and cardiovascular adaptations to aerobic training early after stroke. *Topics in stroke rehabilitation.* 2005;12(1):31-44.
- [12] Casillas JM, Damak S, Chauvet-Gelinier JC, Deley G, Ornetti P. Fatigue et maladies cardiovasculaires. *Ann Readapt Med Phys.* 2006;49:309-19.
- [13] Mackay-Lyons MJ, Makrides L. Exercise capacity early after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2002;83(12):1697-702.
- [14] Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise.* 1982;14(5):377-81.
- [15] Dawes HN, Barker KL, Cockburn J, Roach N, Scott O, Wade D. Borg's rating of perceived exertion scales: do the verbal anchors mean the same for different clinical groups? *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2005;86(5):912-6.
- [16] Demello JJ, Cureton KJ, Boineau RE, Singh MM. Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Medicine and science in sports and exercise.* 1987;19(4):354-62.
- [17] Mielke M, Housh TJ, Malek MH, Beck TW, Schmidt RJ, Johnson GO. The development of rating of perceived exertion-based tests of physical working capacity. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association.* 2008;22(1):293-302.
- [18] Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and science in sports and exercise.* 2000;32(9 Suppl):S498-504.

- [19] Provencher S, Poirier C, Mainguy V, Humbert M, Simonneau G. Le test de marche de six minutes en pneumologie. *Encycl Méd Chir, Paris, Pneumologie*. 2007;6-000-N95:1-6.
- [20] Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation 1999.
- [21] Bortz WM. The disuse syndrome. *The Western journal of medicine*. 1984;141(5):691-4.
- [22] Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Archives of internal medicine*. 2003;163(14):1682-8.
- [23] Ramas J, Courbon A, Fayolle-Minon I, Calmels P. Réentraînement à l'effort chez l'hémiplégique vasculaire : revue de la littérature. *Ann Readapt Med Phys*. 2007;50(1):28-41.
- [24] Tang A, Sibley KM, Thomas SG, McIlroy WE, Brooks D. Maximal exercise test results in subacute stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2006;87(8):1100-5.
- [25] Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1552-6.
- [26] Fujitani J, Ishikawa T, Akai M, Kakurai S. Influence of daily activity on changes in physical fitness for people with post-stroke hemiplegia. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1999;78(6):540-4.
- [27] Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2003;34(9):2173-80.
- [28] Teixeira da Cunha Filho I, Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ. A comparison of regular rehabilitation and regular rehabilitation with supported treadmill ambulation training for acute stroke patients. *Journal of rehabilitation research and development*. 2001;38(2):245-55.
- [29] Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM, Zeman B, Raymond J. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(12):1780-5.
- [30] Tang A, Sibley KM, Bayley MT, McIlroy WE, Brooks D. Do functional walk tests reflect cardiorespiratory fitness in sub-acute stroke? *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2006;3:23.
- [31] Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1995;26(1):101-5.
- [32] Eng JJ, Dawson AS, Chu KS. Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(1):113-8.
- [33] Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, Ryan AS, Ivey FM, Sorkin JD, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(1):115-9.
- [34] Janssen TW, Beltman JM, Elich P, Koppe PA, Konijnenbelt H, de Haan A, et al. Effects of electric stimulation-assisted cycling training in people with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(3):463-9.

- [35] Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2005;36(10):2206-11.
- [36] Courbon A, Calmels P, Roche F, Ramas J, Fayolle-Minon I. Relation entre les capacités de marche et les capacités maximales à l'effort, les capacités musculaires et la déficience motrice après hémiplegie vasculaire chez l'adulte *Ann Readapt Med Phys*. 2006;49(8):614-20.
- [37] Macko RF, Smith GV, Dobrovolny CL, Sorkin JD, Goldberg AP, Silver KH. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(7):879-84.
- [38] Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE, Ozkaplan A, Gylfadottir S. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(6):870-4.
- [39] Pang MY, Eng JJ, Dawson AS. Relationship between ambulatory capacity and cardiorespiratory fitness in chronic stroke: influence of stroke-specific impairments. *Chest*. 2005;127(2):495-501.
- [40] Mackay-Lyons MJ, Makrides L. Longitudinal changes in exercise capacity after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(10):1608-12.
- [41] Bjuro T, Fugl-Meyer AR, Grimby G, Hook O, Lundgren B. Ergonomic studies of standardized domestic work in patients with neuromuscular handicap. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1975;7(3):106-13.
- [42] MacKay-Lyons MJ, Macko RF, Howlett J. Cardiovascular Fitness and Adaptations to Aerobic Training after Stroke. *Physiotherapy Canada*. 2006;58(2):103-13.
- [43] Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and stroke mortality in men. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(4):592-5.
- [44] Roth EJ. Heart disease in patients with stroke: incidence, impact, and implications for rehabilitation. Part 1: Classification and prevalence. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1993;74(7):752-60.
- [45] Tang A, Closson V, Marzolini S, Oh P, McIlroy W, Brooks D. Cardiac rehabilitation after stroke-need and opportunity. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*. 2009;29(2):97-104.
- [46] Black-Schaffer RM, Kirsteins AE, Harvey RL. Stroke rehabilitation. 2. Co-morbidities and complications. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(5 Suppl 1):S8-16.
- [47] Katz-Leurer M, Shochina M. Heart Rate Variability (HRV) parameters correlate with motor impairment and aerobic capacity in stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2005;20(2):91-5.
- [48] Andre JM, Didier JP, Paysant J. Plasticité et activité : l'activité musculaire médiatrice réciproque de la plasticité post-lésionnelle du système nerveux et de ses effecteurs. In: Didier JP, ed. *La plasticité de la fonction motrice*. Paris: Springer 2004:476p.
- [49] Ivey FM, Gardner AW, Dobrovolny CL, Macko RF. Unilateral impairment of leg blood flow in chronic stroke patients. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2004;18(4):283-9.

- [50] Didier JP, Febvre S, Lucas B, Bonniaud V, Patois-Verges B, Pillien C. Reconditionnement et pathologie neurologique centrale. *Reconditionnement à l'effort et handicap (13ème entretiens de l'institut Garches)*. Paris: Frison -Roche 2000, :91-8.
- [51] Vingerhoets F, Bogousslavsky J. Respiratory dysfunction in stroke. *Clinics in chest medicine*. 1994;15(4):729-37.
- [52] Fugl-Meyer AR, Linderholm H, Wilson AF. Restrictive ventilatory dysfunction in stroke: its relation to locomotor function. *Scand J Rehabil Med Suppl*. 1983;9:118-24.
- [53] Mohsenin V, Valor R. Sleep apnea in patients with hemispheric stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1995;76.
- [54] Neau JP. Accidents vasculaires cérébraux et syndrome d'apnée du sommeil. *Encycl Méd Chir, Paris, Neurologie*. 2002;17025 C30:1-8.
- [55] Hachisuka K, Umezu Y, Ogata H. Disuse muscle atrophy of lower limbs in hemiplegic patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997;78(1):13-8.
- [56] Hafer-Macko CE, Ryan AS, Ivey FM, Macko RF. Skeletal muscle changes after hemiparetic stroke and potential beneficial effects of exercise intervention strategies. *Journal of rehabilitation research and development*. 2008;45(2):261-72.
- [57] Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, Silver KH, Macko RF. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(12):1703-7.
- [58] Landin S, Hagenfeldt L, Saltin B, Wahren J. Muscle metabolism during exercise in hemiparetic patients. *Clinical science and molecular medicine*. 1977;53(3):257-69.
- [59] Jakobsson F, Edstrom L, Grimby L, Thornell LE. Disuse of anterior tibial muscle during locomotion and increased proportion of type II fibres in hemiplegia. *Journal of the neurological sciences*. 1991;105(1):49-56.
- [60] Potempa K, Braun LT, Tinknell T, Popovich J. Benefits of aerobic exercise after stroke. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 1996;21(5):337-46.
- [61] McComas AJ, Sica RE, Upton AR, Aguilera N. Functional changes in motoneurons of hemiparetic patients. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 1973;36(2):183-93.
- [62] Dattola R, Girlanda P, Vita G, Santoro M, Roberto ML, Toscano A, et al. Muscle rearrangement in patients with hemiparesis after stroke: an electrophysiological and morphological study. *European neurology*. 1993;33(2):109-14.
- [63] De Deyne PG, Hafer-Macko CE, Ivey FM, Ryan AS, Macko RF. Muscle molecular phenotype after stroke is associated with gait speed. *Muscle & nerve*. 2004;30(2):209-15.
- [64] Toffola ED, Sparpaglione D, Pistorio A, Buonocore M. Myoelectric manifestations of muscle changes in stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(5):661-5.
- [65] Ahlqvist G, Landin S, Wroblewski R. Ultrastructure of skeletal muscle in patients with Parkinson's disease and upper motor lesions. *Laboratory Investigation*. 1975;31:673-9.
- [66] Saltin B, Landin S. Work capacity, muscle strength, and SDH activity in both legs of hemiparetic patients and patients with Parkinson's disease. *Scand J Clin Lab Invest*. 1975;35:531-8.
- [67] Kandarian SC, Stevenson EJ. Molecular events in skeletal muscle during disuse atrophy. *Exercise and sport sciences reviews*. 2002;30(3):111-6.

- [68] Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: driving neural reorganization? *Neural plasticity*. 2001;8(1-2):121-9.
- [69] Fujiwara T, Hara Y, Chino N. The influence of non-paretic leg movement on muscle action in the paretic leg of hemiplegic patients. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1999;31(3):174-7.
- [70] MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Cardiovascular stress during a contemporary stroke rehabilitation program: is the intensity adequate to induce a training effect? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(10):1378-83.
- [71] Kuys S, Brauer S, Ada L. Routine physiotherapy does not induce a cardiorespiratory training effect post-stroke, regardless of walking ability. *Physiother Res Int*. 2006;11(4):219-27.
- [72] Mackey F, Ada L, Heard R, Adams R. Stroke rehabilitation : are highly structured units more conducive to physical activity than less structured units? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77(10):1066-70.
- [73] Morris JH, Williams B. Optimising long-term participation in physical activities after stroke: exploring new ways of working for physiotherapists. *Physiotherapy*. 2009;95(3):228-34.
- [74] Ramas J, Courbon A, Roche F, Bethoux F, Calmels P. Effect of training programs and exercise in adult stroke patients: literature review. *Ann Readapt Med Phys*. 2007 Jul;50(6):438-44, 0-7.
- [75] Goldie PA, Matyas TA, Kinsella GJ, Galea MP, Evans OM, Bach TM. Prediction of gait velocity in ambulatory stroke patients during rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(4):415-20.
- [76] Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1995;76(1):27-32.
- [77] Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of the neurological sciences*. 1997;151(2):207-12.
- [78] Paolucci S, Grasso MG, Antonucci G, Bragoni M, Troisi E, Morelli D, et al. Mobility status after inpatient stroke rehabilitation: 1-year follow-up and prognostic factors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(1):2-8.
- [79] Brandstater ME, de Bruin H, Gowland C, Clark BM. Hemiplegic gait: analysis of temporal variables. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1983;64(12):583-7.
- [80] Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, Closson V, Verrier MC, Staines WR, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(2):304-10.
- [81] Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(10):1486-91.
- [82] Peurala SH, Tarkka IM, Pitkanen K, Sivenius J. The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1557-64.
- [83] van de Port IG, Kwakkel G, Lindeman E. Community ambulation in patients with chronic stroke: how is it related to gait speed? *J Rehabil Med*. 2008;40(1):23-7.

- [84] Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(8):1185-93.
- [85] Katz-Leurer M, Sender I, Keren O, Dvir Z. The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation*. 2006;20(5):398-405.
- [86] Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(10):1211-8.
- [87] Pohl PS, Duncan PW, Perera S, Liu W, Lai SM, Studenski S, et al. Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *Journal of rehabilitation research and development*. 2002;39(4):439-44.
- [88] Katz-Leurer M, Shochina M, Carmeli E, Friedlander Y. The influence of early aerobic training on the functional capacity in patients with cerebrovascular accident at the subacute stage. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(11):1609-14.
- [89] Katz-Leurer M, Carmeli E, Shochina M. The effect of early aerobic training on independence six months post stroke. *Clinical rehabilitation*. 2003;17(7):735-41.
- [90] Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Hanley JA, Richards CL, Cote R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2004;18(5):509-19.
- [91] Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77(10):1074-82.
- [92] Calmels P, Courbon A, Ramas J, Daegache F, Condemine A, Fernandez B, et al. Le réentraînement à l'effort chez l'hémiplégique vasculaire adulte. *Rééducation instrumentalisée après cérébrolésion vasculaire (Problèmes en médecine de rééducation)*: Elsevier Masson 2008:171p.
- [93] Bohannon RW, Walsh S. Nature, reliability, and predictive value of muscle performance measures in patients with hemiparesis following stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1992;73(8):721-5.
- [94] Macko RF, DeSouza CA, Tretter LD, Silver KH, Smith GV, Anderson PA, et al. Treadmill aerobic exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. A preliminary report. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1997;28(2):326-30.
- [95] Zamparo P, Francescato MP, De Luca G, Lovati L, di Prampero PE. The energy cost of level walking in patients with hemiplegia. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1995;5(6):348-52.
- [96] Olney SJ, Monga TN, Costigan PA. Mechanical energy of walking of stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1986;67(2):92-8.
- [97] Fisher SV, Gullickson G, Jr. Energy cost of ambulation in health and disability: a literature review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1978;59(3):124-33.
- [98] van de Port IG, Wood-Dauphinee S, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: a systematic review. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2007;86(11):935-51.

- [99] Eng JJ, Chu KS, Dawson AS, Kim CM, Hepburn KE. Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2002;33(3):756-61.
- [100] Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Ahmed S, Gordon C, Higgins J, McEwen S, et al. Disablement following stroke. *Disability and rehabilitation*. 1999;21(5-6):258-68.
- [101] Ryan AS, Dobrovolsky CL, Silver KH, Smith GV, Macko RF. Cardiovascular fitness after stroke : role of muscle mass and gait deficit severity. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2000;9(4):185-91.
- [102] Pohl PS, Perera S, Duncan PW, Maletsky R, Whitman R, Studenski S. Gains in distance walking in a 3-month follow-up poststroke: what changes? *Neurorehabilitation and neural repair*. 2004;18(1):30-6.
- [103] Michael K, Macko RF. Ambulatory activity intensity profiles, fitness, and fatigue in chronic stroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 2007;14(2):5-12.
- [104] Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2004;35(5):1230-40.
- [105] Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, Rochester L, Weatherall M. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(2):234-9.
- [106] Shephard RJ. Physical training in the elderly. *Arch Environ Health*. 1986;5:515-33.
- [107] Rimmer JH, Wang E. Aerobic exercise training in stroke survivors. *Topics in stroke rehabilitation*. 2005;12(1):17-30.
- [108] Sirna S, Biller J, Skorton DJ, Seabold JE. Cardiac evaluation of the patient with stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1990;21(1):14-23.
- [109] Roth EJ. Heart disease in patients with stroke. Part II: Impact and implications for rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1994;75(1):94-101.
- [110] Wolf PA, Clagett GP, Easton JD, Clagett P, Goldstein LB, Gorelick PB, et al. Preventing ischemic stroke in patients with prior stroke or transient ischemic attack. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1999;30:1991-4.
- [111] Morris CK, Ueshima K, Kawaguchi T, Hideg A, Froelicher VF. The prognostic value of exercise capacity: a review of the literature. *American heart journal*. 1991;122(5):1423-31.
- [112] Ivey FM, Macko RF. Prevention of deconditioning after stroke. In: Stein J, Harvey RL, Macko RF, Winstein CJ, Zorowitz RD, eds. *Stroke recovery and rehabilitation*: Demosmedical 2009:797p.
- [113] de Haan R, Aaronson N, Limburg M, Hwer RL, van Creveld H. Measuring quality of life in stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1993;24(2):320-7.
- [114] Salter KL, Moses MB, Foley NC, Teasell RW. Health-related quality of life after stroke: what are we measuring? *International journal of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung*. 2008;31(2):111-7.
- [115] Le Vourch P, Condouret J, Chatain M, Roques CF. Statut fonctionnel et qualité de la vie après accident vasculaire cérébral. *Evaluation de la qualité de vie (Problèmes en médecine de rééducation)*. Paris: Masson 1993:279p.

- [116] Morin C, Pradat Diehl P, Bergero C, Robain G, Perrigot M. Qualité de vie et satisfaction de la vie après AVC : réflexions critiques sur la notion d'évaluation. *Ann Readapt Med Phys*. 1994;37:143-8.
- [117] Xie J, Wu EQ, Zheng ZJ, Croft JB, Greenlund KJ, Mensah GA, et al. Impact of stroke on health-related quality of life in the noninstitutionalized population in the United States. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2006;37(10):2567-72.
- [118] Schlote A, Richter M, Frank B, Wallesch CW. A longitudinal study of health-related quality of life of first stroke survivors' close relatives. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2006;22(2-3):137-42.
- [119] Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Cote R, Durcan L, Carlton J. Activity, participation, and quality of life 6 months poststroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(8):1035-42.
- [120] Niemi ML, Laaksonen R, Kotila M, Waltimo O. Quality of life 4 years after stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1988;19:1101-7.
- [121] White JH, Alston MK, Marquez JL, Sweetapple AL, Pollack MR, Attia J, et al. Community-dwelling stroke survivors: function is not the whole story with quality of life. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(9):1140-6.
- [122] Hopman WM, Verner J. Quality of life during and after inpatient stroke rehabilitation. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2003;34(3):801-5.
- [123] Gallien P, Adrien S, Petrilli S, Durufle A, Robineau S, Kerdoncuff V, et al. Maintien à domicile et qualité de vie à distance d'un accident vasculaire cérébral. *Ann Readapt Med Phys*. 2005;48(5):225-30.
- [124] Colle F, Bonan I, Gellez Leman MC, Bradai N, Yelnik A. Fatigue after stroke. *Ann Readapt Med Phys*. 2006;49(6):272-6, 361-4.
- [125] De Groot MH, Phillips SJ, Eskes GA. Fatigue associated with stroke and other neurologic conditions: Implications for stroke rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(11):1714-20.
- [126] Gramigna S, Schlupe M, Staub F, Bruggimann L, Simioni S, Bogousslavsky J, et al. Dimensions multiples de la fatigue d'origine neurologique : différence entre l'accident vasculaire cérébral et la sclérose en plaques. *Rev Neurol*. 2007;163(3):341-8.
- [127] van de Port IG, Kwakkel G, Schepers VP, Heinemans CT, Lindeman E. Is fatigue an independent factor associated with activities of daily living, instrumental activities of daily living and health-related quality of life in chronic stroke? *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2007;23(1):40-5.
- [128] Ingles JL, Eskes GA, Phillips SJ. Fatigue after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999;80(2):173-8.
- [129] Choi-Kwon S, Han SW, Kwon SU, Kim JS. Poststroke fatigue: characteristics and related factors. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2005;19(2):84-90.
- [130] Schepers VP, Visser-Meily AM, Ketelaar M, Lindeman E. Poststroke fatigue: course and its relation to personal and stroke-related factors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2006;87(2):184-8.
- [131] Glader EL, Stegmayr B, Asplund K. Poststroke fatigue: a 2-year follow-up study of stroke patients in Sweden. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2002;33(5):1327-33.
- [132] Staub F, Bogousslavsky J. Fatigue after stroke: a major but neglected issue. *Cerebrovascular diseases (Basel, Switzerland)*. 2001;12(2):75-81.

- [133] Zwarts MJ, Bleijenberg G, van Engelen BG. Clinical neurophysiology of fatigue. *Clin Neurophysiol.* 2008;119(1):2-10.
- [134] Patois-Verges B, Maurin T, Cottin Y, Cohen m, Guilbeau C, Casillas JM. Actualités sur les techniques de reconditionnement et leur évaluation au cours des pathologies cardiovasculaires. *Reconditionnement à l'effort et handicap (entretiens de Garches)*: Frison Roche 2000:112p.
- [135] Casillas JM, Gremeaux V, Damak S, Feki A, Pérennou D. Entraînement à l'effort au cours des pathologies cardiovasculaires. *Ann Readapt Med Phys.* 2007;50:386402.
- [136] Meurin P, Pavy B. Reconditionnement à l'effort des patients coronariens stables : bénéfiques et risques. *Annales de cardiologie et d'angiologie.* 2006;55(4):171-7.
- [137] Brown DA, Kautz SA. Increased workload enhances force output during pedaling exercise in persons with poststroke hemiplegia. *Stroke; a journal of cerebral circulation.* 1998;29(3):598-606.
- [138] Fujiwara T, Liu M, Chino N. Effect of pedaling exercise on the hemiplegic lower limb. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists.* 2003;82(5):357-63.
- [139] Forrester LW, Hanley DF, Macko RF. Effects of treadmill exercise on transcranial magnetic stimulation-induced excitability to quadriceps after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2006;87(2):229-34.
- [140] Forrester LW, Wheaton LA, Luft AR. Exercise-mediated locomotor recovery and lower-limb neuroplasticity after stroke. *Journal of rehabilitation research and development.* 2008;45(2):205-20.
- [141] Smith GV, Silver KH, Goldberg AP, Macko RF. "Task-oriented" exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients. *Stroke; a journal of cerebral circulation.* 1999;30(10):2112-8.
- [142] Hesse S. Treadmill training with partial body weight support after stroke: a review. *NeuroRehabilitation.* 2008;23(1):55-65.
- [143] Yen CL, Wang RY, Liao KK, Huang CC, Yang YR. Gait training induced change in corticomotor excitability in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair.* 2008;22(1):22-30.
- [144] Danielsson A, Sunnerhagen KS. Oxygen consumption during treadmill walking with and without body weight support in patients with hemiparesis after stroke and in healthy subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 2000;81(7):953-7.
- [145] Werner C, Von Frankenberg S, Treig T, Konrad M, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke; a journal of cerebral circulation.* 2002;33(12):2895-901.
- [146] Bohannon RW. Muscle strength and muscle training after stroke. *J Rehabil Med.* 2007;39(1):14-20.
- [147] Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *The Australian journal of physiotherapy.* 2006;52(4):241-8.
- [148] Badics E, Wittmann A, Rupp M, Stabauer B, Zifko UA. Systematic muscle building exercises in the rehabilitation of stroke patients. *NeuroRehabilitation.* 2002;17(3):211-4.

- [149] Gallien P, Aubry JF, Nicolas B, Robineau S, Petrilli S, Durufle A, et al. Utilisation de l'isocinétisme dans la rééducation de l'hémiplégique suite à un accident vasculaire cérébral. *Rééducation instrumentalisée après cérébrolésion vasculaire (Problèmes en médecine de rééducation)*: Froger, J. Pelissier, J. 2008:171p.
- [150] Rimmer JH, Riley B, Creviston T, Nicola T. Exercise training in a predominantly African-American group of stroke survivors. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(12):1990-6.
- [151] Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Task-oriented treadmill exercise training in chronic hemiparetic stroke. *Journal of rehabilitation research and development*. 2008;45(2):249-59.
- [152] Lennon O, Carey A, Gaffney N, Stephenson J, Blake C. A pilot randomized controlled trial to evaluate the benefit of the cardiac rehabilitation paradigm for the non-acute ischaemic stroke population. *Clinical rehabilitation*. 2008;22(2):125-33.
- [153] Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Ruckriem S. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2002;33(2):553-8.
- [154] Courbon A. Effets d'un réentraînement à l'effort sur les capacités de marche après hémiplégie vasculaire [Thèse de doctorat de Motricité humaine et Handicap]: Université Jean Monnet; 2006, 139p.
- [155] Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL, Azen SP, Wu SS, Nadeau SE, et al. Protocol for the Locomotor Experience Applied Post-stroke (LEAPS) trial: a randomized controlled trial. *BMC neurology*. 2007;7:39.
- [156] Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, Gylfadottir S. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clinical rehabilitation*. 2006;20(2):97-111.
- [157] Pang MY, Eng JJ. Determinants of improvement in walking capacity among individuals with chronic stroke following a multi-dimensional exercise program. *J Rehabil Med*. 2008;40(4):284-90.
- [158] Ivey FM, Hafer-Macko CE, Macko RF. Exercise training for cardiometabolic adaptation after stroke. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*. 2008;28(1):2-11.
- [159] Rimmer JH, Rauworth AE, Wang EC, Nicola TL, Hill B. A preliminary study to examine the effects of aerobic and therapeutic (nonaerobic) exercise on cardiorespiratory fitness and coronary risk reduction in stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(3):407-12.
- [160] Santiago MC, Coyle CP, Kinney WB. Aerobic exercise effect on individuals with physical disabilities. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1993;74(11):1192-8.
- [161] Saunders DH, Greig CA, Young A, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2004;35(9):2235.
- [162] Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study. *Journal of rehabilitation research and development*. 2001;38(1):69-78.
- [163] da Cunha IT, Jr., Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ. Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill ambulation training: a randomized controlled pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(9):1258-65.

- [164] Suzuki K, Yamada Y, Handa T, Imada G, Iwaya T, Nakamura R. Relationship between stride length and walking rate in gait training for hemiparetic stroke patients. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1999;78(2):147-52.
- [165] Lamontagne A, Fung J. Faster is better: implications for speed-intensive gait training after stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2004;35(11):2543-8.
- [166] Weiss A, Suzuki T, Bean J, Fielding RA. High intensity strength training improves strength and functional performance after stroke. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 2000;79(4):369-76; quiz 91-4.
- [167] Kim CM, Eng JJ, MacIntyre DL, Dawson AS. Effects of isokinetic strength training on walking in persons with stroke: a double-blind controlled pilot study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2001;10(6):265-73.
- [168] Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(4):409-17.
- [169] Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1997;78(11):1231-6.
- [170] Duncan P, Richards L, Wallace D, Stoker-Yates J, Pohl P, Luchies C, et al. A randomized, controlled pilot study of a home-based exercise program for individuals with mild and moderate stroke. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1998;29(10):2055-60.
- [171] Bateman A, Culpan FJ, Pickering AD, Powell JH, Scott OM, Greenwood RJ. The effect of aerobic training on rehabilitation outcomes after recent severe brain injury: a randomized controlled evaluation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(2):174-82.
- [172] Barbeau H, Visintin M. Optimal outcomes obtained with body-weight support combined with treadmill training in stroke subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003;84(10):1458-65.
- [173] Risedal A, Zeng J, Johansson BB. Early training may exacerbate brain damage after focal brain ischemia in the rat. *J Cereb Blood Flow Metab*. 1999;19(9):997-1003.
- [174] Biernaskie J, Chernenko G, Corbett D. Efficacy of rehabilitative experience declines with time after focal ischemic brain injury. *J Neurosci*. 2004;24(5):1245-54.
- [175] Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane database of systematic reviews (Online)*. 2005(4):CD002840.
- [176] Flansbjerg UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *J Rehabil Med*. 2008;40(1):42-8.
- [177] Richards C, Malouin F, Dumas F. Patterns of locomotor recovery after stroke. In: Stein J, Harvey RL, Macko RF, Winstein CJ, Zorowitz RD, eds. *Stroke recovery and rehabilitation*: Demosmedical 2009:797.
- [178] Dick JP, Guiloff RJ, Stewart A, Blackstock J, Bielawska C, Paul EA, et al. Minimal state examination in neurological patients. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 1984;47(5):496-9.

- [179] Liu J, Drutz C, Kumar R, McVicar L, Weinberger R, Brooks D, et al. Use of the six-minute walk test poststroke: is there a practice effect? *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(9):1686-92.
- [180] Bussmann JB, Martens WL, Tulen JH, Schasfoort FC, van den Berg-Emons HJ, Stam HJ. Measuring daily behavior using ambulatory accelerometry: the Activity Monitor. *Behav Res Methods Instrum Comput*. 2001;33(3):349-56.
- [181] Hurley DA, O'Donoghue G, Tully MA, Moffett JK, van Mechelen W, Daly L, et al. A walking programme and a supervised exercise class versus usual physiotherapy for chronic low back pain: a single-blinded randomised controlled trial. (The Supervised Walking In comparison to Fitness Training for Back Pain (SWIFT) Trial). *BMC musculoskeletal disorders*. 2009;10:79.
- [182] McDonough SM, Liddle SD, Hunter R, Walsh DM, Glasgow P, Gormley G, et al. Exercise and manual auricular acupuncture: a pilot assessor-blind randomised controlled trial. (The acupuncture and personalised exercise programme (APEP) trial). *BMC musculoskeletal disorders*. 2008;9:31.
- [183] Tudor-Locke C, Burkett L, Reis JP, Ainsworth BE, Macera CA, Wilson DK. How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Preventive medicine*. 2005;40(3):293-8.
- [184] Ward DS, Evenson KR, Vaughn A, Rodgers AB, Troiano RP. Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. *Medicine and science in sports and exercise*. 2005;37(11 Suppl):S582-8.
- [185] Grant PM, Ryan CG, Tigbe WW, Granat MH. The validation of a novel activity monitor in the measurement of posture and motion during everyday activities. *British journal of sports medicine*. 2006 Dec;40(12):992-7.
- [186] Godfrey A, Culhane KM, Lyons GM. Comparison of the performance of the activPAL Professional physical activity logger to a discrete accelerometer-based activity monitor. *Medical engineering & physics*. 2007;29(8):930-4.
- [187] Holbrook M, Skilbeck CE. An activities index for use with stroke patients. *Age Ageing*. 1983;12:166-70.
- [188] Schuling J, de Haan R, Limburg M, Groenier KH. The Frenchay Activities Index. Assessment of functional status in stroke patients. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1993;24(8):1173-7.
- [189] Appelros P. Characteristics of the Frenchay Activities Index one year after a stroke: a population-based study. *Disability and rehabilitation*. 2007;29(10):785-90.
- [190] Schepers VP, Visser-Meily AM, Ketelaar M, Lindeman E. Prediction of social activity 1 year poststroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(7):1472-6.
- [191] Leplege A, Mesbah M, Marquis P. Analyse préliminaire des propriétés psychométriques de la version française d'un questionnaire international de mesure de la qualité de vie : le MOS SF-36 (version 1.1). *Revue d'épidémiologie et de santé publique*. 1995;43(4):371-9.
- [192] Anderson C, Laubscher S, Burns R. Validation of the Short Form 36 (SF-36) health survey questionnaire among stroke patients. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1996;27(10):1812-6.
- [193] Dorman P, Slattery J, Farrell B, Dennis M, Sandercock P. Qualitative comparison of the reliability of health status assessments with the EuroQol and SF-36 questionnaires after

- stroke. United Kingdom Collaborators in the International Stroke Trial. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 1998;29(1):63-8.
- [194] Hobart JC, Williams LS, Moran K, Thompson AJ. Quality of life measurement after stroke: uses and abuses of the SF-36. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2002;33(5):1348-56.
- [195] Ware JE, Jr., Kosinski M, Bayliss MS, McHorney CA, Rogers WH, Raczek A. Comparison of methods for the scoring and statistical analysis of SF-36 health profile and summary measures: summary of results from the Medical Outcomes Study. *Medical care*. 1995;33(4 Suppl):AS264-79.
- [196] Schwartz CE, Coulthard-Morris L, Zeng Q. Psychosocial correlates of fatigue in multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77(2):165-70.
- [197] Whitehead L. The measurement of fatigue in chronic illness: a systematic review of unidimensional and multidimensional fatigue measures. *Journal of pain and symptom management*. 2009;37(1):107-28.
- [198] Ferrand-Guillard C, Ledermann B, Kotzki N, Benaim C, Givron P, Messner-Pellenc P, et al. Faut-il rééduquer les coronariens au seuil ventilatoire ? . *Ann Readapt Med Phys*. 2002;45(5):204-15.
- [199] Casillas JM, Patois-Verges B, Cohen M, Caillaux BX, Guilbeau C, Dulieu V. Effets du reconditionnement au cours des pathologies cardio-vasculaires. In: Roche F, ed. *Reconditionnement à l'effort et handicap*: Institut de Garches 2000:112.
- [200] Hislop H, Montgomery J. *Le bilan musculaire de Daniels et Worthingham : techniques de testing manuel 2009*.
- [201] Herrmann C. International experiences with the Hospital Anxiety and Depression Scale--a review of validation data and clinical results. *Journal of psychosomatic research*. 1997;42(1):17-41.
- [202] Alameri H, Al-Majed S, Al-Howaikan A. Six-min walk test in a healthy adult Arab population. *Respiratory medicine*. 2009;103(7):1041-6.
- [203] Paysant J, Beyaert C, Datie A, Martinet N, Andre JM. Evaluation des capacités et des performances : contribution des monitorages de la locomotion en situation d'exercice et de vie réelle. *Ann Readapt Med Phys*. 2007;50(3):156-64.
- [204] Wyller TB, Sveen U, Bautz-Holter E. The Frenchay Activities Index in stroke patients: agreement between scores by patients and by relatives. *Disability and rehabilitation*. 1996;18(9):454-9.
- [205] Foster C, Crowe AJ, Daines E, Dumit M, Green MA, Lettau S, et al. Predicting functional capacity during treadmill testing independent of exercise protocol. *Medicine and science in sports and exercise*. 1996;28(6):752-6.
- [206] Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Physical therapy*. 2000;80(8):782-807.
- [207] Casillas JM, Deley G, Salmi-Belmioub S. Indices de mesures de l'activité physique dans le domaine des affections cardiovasculaires. *Ann Readapt Med Phys*. 2005;48(6):404-10.
- [208] Trivel D, Léger L, Calmels P. Estimation de l'aptitude physique par questionnaire. *Science and Sport*. 2006;21:121-30.

- [209] Coleman KL, Smith DG, Boone DA, Joseph AW, del Aguila MA. Step activity monitor: long-term, continuous recording of ambulatory function. *Journal of rehabilitation research and development*. 1999;36(1):8-18.
- [210] Hagstromer M, Oja P, Sjostrom M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. *Medicine and science in sports and exercise*. 2007;39(9):1502-8.
- [211] Klesges RC, Eck LH, Mellon MW, Fulliton W, Somes GW, Hanson CL. The accuracy of self-reports of physical activity. *Medicine and science in sports and exercise*. 1990;22(5):690-7.
- [212] Sloane R, Snyder DC, Demark-Wahnefried W, Lobach D, Kraus WE. Comparing the 7-day physical activity recall with a triaxial accelerometer for measuring time in exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(6):1334-40.
- [213] Rogers LQ, Hopkins-Price P, Vicari S, Markwell S, Pamentier R, Courneya KS, et al. Physical activity and health outcomes three months after completing a physical activity behavior change intervention: persistent and delayed effects. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2009;18(5):1410-8.
- [214] Stam HJ, Bussmann JBJ. Evaluation et monitoring de la fonction motrice : mesure des activités physiques par accélérométrie embarquée. *La plasticité de la fonction motrice (Collection de l'académie européenne de médecine de réadaptation)*
Paris: Springer 2004:476p.
- [215] Ryan CG, Grant PM, Tigbe WW, Granat MH. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. *British journal of sports medicine*. 2006;40(9):779-84.
- [216] Clarke-Moloney M, Godfrey A, O'Connor V, Meagher H, Burke PE, Kavanagh EG, et al. Mobility in patients with venous leg ulceration. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;33(4):488-93.
- [217] Rand D, Eng JJ, Tang PF, Jeng JS, Hung C. How active are people with stroke?: use of accelerometers to assess physical activity. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2009;40(1):163-8.
- [218] Sequeira MM, Rickenbach M, Wietlisbach V, Tullen B, Schutz Y. Physical activity assessment using a pedometer and its comparison with a questionnaire in a large population survey. *American journal of epidemiology*. 1995;142(9):989-99.
- [219] Cooper RA, Quatrano LA, Axelson PW, Harlan W, Stineman M, Franklin B, et al. Research on physical activity and health among people with disabilities: a consensus statement. *Journal of rehabilitation research and development*. 1999;36(2):142-54.
- [220] Iwane M, Arita M, Tomimoto S, Satani O, Matsumoto M, Miyashita K, et al. Walking 10,000 steps/day or more reduces blood pressure and sympathetic nerve activity in mild essential hypertension. *Hypertens Res*. 2000;23(6):573-80.
- [221] Hale LA, Pal J, Becker I. Measuring free-living physical activity in adults with and without neurologic dysfunction with a triaxial accelerometer. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(9):1765-71.
- [222] Haeuber E, Shaughnessy M, Forrester LW, Coleman KL, Macko RF. Accelerometer monitoring of home- and community-based ambulatory activity after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(12):1997-2001.

- [223] van den Berg-Emons R, Balk A, Bussmann H, Stam H. Does aerobic training lead to a more active lifestyle and improved quality of life in patients with chronic heart failure? *Eur J Heart Fail.* 2004;6(1):95-100.
- [224] Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP). *Circulation.* 1999;100(17):1764-9.
- [225] Conn VS, Hafdahl AR, Brown SA, Brown LM. Meta-analysis of patient education interventions to increase physical activity among chronically ill adults. *Patient education and counseling.* 2008;70(2):157-72.
- [226] Rimmer JH. Health promotion for people with disabilities: the emerging paradigm shift from disability prevention to prevention of secondary conditions. *Physical therapy.* 1999;79(5):495-502.
- [227] Rimmer JH, Wang E, Smith D. Barriers associated with exercise and community access for individuals with stroke. *Journal of rehabilitation research and development.* 2008;45(2):315-22.
- [228] Kopunek SP, Michael KM, Shaughnessy M, Resnick B, Nahm ES, Whittall J, et al. Cardiovascular risk in survivors of stroke. *American journal of preventive medicine.* 2007;32(5):408-12.
- [229] Redfern J, Rudd AD, Wolfe CD, McKevitt C. Stop Stroke: development of an innovative intervention to improve risk factor management after stroke. *Patient education and counseling.* 2008;72(2):201-9.
- [230] Ferrière J, Durack-Bown I, Giral P, Chadarevian R, Benkrittly A, Bruckert E. Education thérapeutique et patient à haut risque : une nouvelle approche en cardiologie. *Annales de cardiologie et d'angiologie.* 2006;55:27-31.
- [231] Simon D, Traynard PY, Bourdillon F, Gagnayre R, Grimaldi A. Education thérapeutique : prévention et maladies chroniques. Paris: Elsevier Masson 2009, 307p.
- [232] Greenlund KJ, Giles WH, Keenan NL, Croft JB, Mensah GA. Physician advice, patient actions, and health-related quality of life in secondary prevention of stroke through diet and exercise. *Stroke; a journal of cerebral circulation.* 2002;33(2):565-70.
- [233] van der Ploeg HP, Streppel KR, van der Beek AJ, van der Woude LH, Vollenbroek-Hutten MM, van Harten WH, et al. Counselling increases physical activity behaviour nine weeks after rehabilitation. *British journal of sports medicine.* 2006;40(3):223-9.
- [234] Juillièrè Y, Trochu J-N, Jourdain P. Importance de l'éducation thérapeutique dans la prise en charge multidisciplinaire de l'insuffisance cardiaque. *Annales de cardiologie et d'angiologie.* 2006;55:11-6.
- [235] Kinne S, Patrick DL, Maher EJ. Correlates of exercise maintenance among people with mobility impairments. *Disability and rehabilitation.* 1999;21(1):15-22.
- [236] Cooper H, Booth K, Fear S, Gill G. Chronic disease patient education: lessons from meta-analyses. *Patient education and counseling.* 2001;44(2):107-17.
- [237] Williams DM, Lewis BA, Dunsiger S, Whiteley JA, Papandonatos GD, Napolitano MA, et al. Comparing psychosocial predictors of physical activity adoption and maintenance. *Ann Behav Med.* 2008;36(2):186-94.
- [238] McKay J, Wright A, Lowry R, Steele K, Ryde G, Mutrie N. Walking on prescription: The utility of a pedometer pack for increasing physical activity in primary care. *Patient education and counseling.* 2008.

[239] D'Ivernois JF, Gagnayre R. Propositions pour l'évaluation de l'éducation thérapeutique du patient. *adsp*. 2007;58:57-61.

[240] Lindmark B, Hamrin E. A five-year follow-up of stroke survivors : motor function and activities of daily living. *Clinical rehabilitation*. 1995;9:1-9.

[241] Lo RS, Cheng JO, Wong EM, Tang WK, Wong LK, Woo J, et al. Handicap and its determinants of change in stroke survivors: one-year follow-up study. *Stroke; a journal of cerebral circulation*. 2008;39(1):148-53.

[242] Fleury J, Lee SM, Matteson B, Belyea M. Barriers to physical activity maintenance after cardiac rehabilitation. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation*. 2004;24(5):296-305; .

VU

NANCY, le 18 septembre 2009
Le Président de Thèse

Professeur J. PAYSANT

NANCY, le 28 septembre 2009
Le Doyen de la Faculté de Médecine
Par délégation,

Mme le Professeur M.C. BÉNÉ

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, 6 octobre 2009

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1
Par délégation

Madame C. CAPDEVILLE-ATKISON

RESUME DE LA THESE

Objectifs

De nombreuses études mettent en évidence qu'un programme de réentraînement à l'effort en post AVC peut améliorer les capacités à l'effort et les capacités fonctionnelles à court terme. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'évolution de la capacité à l'effort, de la capacité de marche, des performances en milieu ordinaire et de la qualité de vie de patients hémiplegiques pendant un programme de réentraînement et à 3 mois de l'arrêt.

Matériel et méthode

Un réentraînement à l'effort personnalisé est réalisé chez 9 patients hémiplegiques d'origine vasculaire. Les données concernant la capacité à l'effort, l'endurance à la marche, le niveau d'activité en milieu ordinaire, la qualité de vie et la fatigue sont recueillies de façon prospective avant le début du réentraînement, pendant le programme, immédiatement après et à 3 mois de l'arrêt du programme. L'estimation de l'activité en milieu ordinaire repose sur des renseignements objectifs obtenus par monitoring d'activité et sur des informations subjectives recueillies par autoquestionnaires.

Résultats

A court terme, le réentraînement améliore significativement les capacités du patient (capacité à l'effort et capacités de marche). Ces améliorations ne sont que peu utilisées en milieu ordinaire : l'observance d'une activité physique régulière est modérée.

A moyen terme, l'observance est faible et la capacité à l'effort a tendance à diminuer pour les patients les moins actifs.

Discussion

Les effets du réentraînement sur les capacités ont tendance à diminuer à distance de l'arrêt du programme. Cela est probablement lié à une faible observance de l'activité prescrite.

L'utilisation d'un monitoring de l'activité locomotrice par accélérométrie pour évaluer l'évolution du profil d'activité permet de mettre en évidence une dissociation entre capacités et performances et d'évaluer l'observance des patients de façon objective.

L'éducation thérapeutique doit être améliorée pour favoriser la poursuite d'une activité physique régulière et permettre ainsi le maintien de l'amélioration des capacités.

Conclusion

Des études complémentaires sont nécessaires pour identifier la population à laquelle un réentraînement peut être proposé et les éléments prédictifs d'efficacité du réentraînement et de l'éducation thérapeutique à court et moyen termes.

TITRE EN ANGLAIS : Deconditioning and training program for stroke patients : short- and medium-term effects of a training program on abilities, performances and quality of life.

THESE : MEDECINE SPECIALISEE – ANNEE 2009

MOTS CLEFS :

AVC, réentraînement à l'effort, capacité à l'effort, test de marche de 6 min, activité en milieu ordinaire, monitoring d'activité, qualité de vie, fatigue, observance, éducation thérapeutique.

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Faculté de Médecine de Nancy

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
