



BU bibliothèque Lyon 1

<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

Bressiant

Enzo

Formation : Masso-Kinésithérapie

Année : 3^{ème}

Du potentiel de la réhabilitation à l'effort chez le patient diabétique de type 2 dans le contexte innovateur de prescription d'activité physique adaptée dans les affections de longues durées.

- Revue de littérature -

Résumé

Contexte : En France en 2013, on admet que le nombre de personnes vivant avec le diabète de type 2 est de plus de 3 millions (4,7% de la population). Maladie chronique dont l'incidence ne cesse d'augmenter, les causes sont : surpoids, obésité, mauvaise alimentation, sédentarité et faible activité physique. La place du masseur-kinésithérapeute par le réentraînement à l'effort peut être justifiée dans la prise en charge pluridisciplinaire de cette pathologie.

Objectif : Évaluer le potentiel de l'activité physique dans la stabilisation de la glycémie du patient diabétique type deux, dans un contexte actuel innovateur des thérapeutiques non médicamenteuses.

Sources : La littérature scientifique internationale de moins de 10 ans et les recommandations professionnelles françaises actuelles.

Critères de résultats : Nous avons sélectionné des méta-analyses et des essais contrôlés randomisés qui mesurent l'efficacité de l'activité physique sur la pathologie, ainsi que sur la santé.

Conclusion : L'activité physique obtient des résultats quantifiés et validés dont la portée dépasse les mesures biologiques. Véritable thérapeutique, elle est pérennisée dans le temps par sa précocité d'implantation dans la pathologie. Les effets immédiats sont réels et perdurent si elle est dirigée et encouragée individuellement par des professionnels qualifiés.

Mots clés : Diabète de type 2, Activité Physique adaptée, Hémoglobine glyquée, Santé physique, Efficacité, Physiothérapie.

Abstract

Background : It is generally admitted that France in 2013 has more than 3 million people –i.e. 4.7 % of the population- affected with Type 2-Diabetes, a chronic disease, the impacts of which being constantly on the rise, with consequences involving overweight, obesity, an ill-balanced diet, a sedentary lifestyle, and a low physical activity.

The part played by the physiotherapist in the reintroduction of training can be justified in the context of a cross-disciplinary care of the pathology.

Objective : Assessing the physical activity potential in the process of the stabilization of blood sugar in Type-2 Diabetes patient, in the present innovative background of non –medicinal therapies.

Sources : The international scientific literature dated less than 10 years ago and the present French professional recommendations.

Performance criteria : We have focused on meta-analysis and random controlled-trials which assess the efficiency of physical activity on the patient's pathology, as well as on the patient's health.

Conclusion : Physical activity brings about results which are quantified and validated to an extent that reaches beyond biological measurements. It is an authentic therapy, which is all the more sustained in time as it is implanted early on in the pathology. Its immediate effects are real and lasting on condition that it benefits from a tailor-made guidance and supervision carried out by qualified professionals.

Key words: Type-2 Diabetes, Physical activity, Glycated hemoglobin, Fitness, Effectiveness, physiotherapy.

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	1
2	METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	7
2.1	Hypothèse	7
2.2	Mots-clés.....	7
2.3	Supports de l'étude	7
2.3.1	<i>Bases de données consultées</i>	7
2.3.2	<i>Autres supports</i>	7
2.4	Situation d'appel.....	9
2.5	Objet de la recherche	11
2.6	Critères d'inclusion ou de non inclusion	11
3	LA PATHOLOGIE DIABETIQUE Type 2	15
3.1	Pathogénie.....	15
3.2	Histoire de la maladie	17
3.3	Facteurs de risque	19
3.4	Examen biologique de dépistage et de suivi.....	19
4	REVUE DE LITTERATURE.....	21
4.1	Mode d'entraînement.....	23
4.2	Physiologie de l'effort	25
4.3	Résultats sur l'organisme.....	29
4.4	Résultats sur la santé.....	39
5	DISCUSSION	47
5.1	Activité physique au regard du DT2.....	47
5.2	Évaluation de la pertinence des résultats	47
5.3	Contextualisation	53
5.4	Limites de de la revue.....	57
6	CONCLUSION	59

7 BIBLIOGRAPHIE

8 ANNEXES

- 8.1 Amendement N° 917 du 27 mars 2015 à l'article 35 du code de santé publique
- 8.2 Code de la santé publique, Livre III, Titre 22, Chapitre 1^{er}.
- 8.3 Échelle ADDQoL « The audit of diabetes-dependant quality of life »
- 8.4 Échelle RPE de Borg
- 8.5 Décret no 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'APA
- 8.6 Tableau des résultats d'activité physique sur la maladie
- 8.7 Tableau des résultats d'activité physique sur la santé

9 FICHES DE LECTURE

GLOSSAIRE

Revue systématique (systematic review) : Démarche scientifique rigoureuse de revue critique de la littérature consistant à rassembler, évaluer et synthétiser toutes les études pertinentes et parfois contradictoires qui abordent un problème donné ; limiter l'introduction d'erreurs aléatoires et systématiques ou biais (erreurs systématiques qui s'introduisent dans une étude et qui contribuent à produire des estimations systématiquement plus élevées ou plus basses que la valeur réelle des paramètres à estimer).

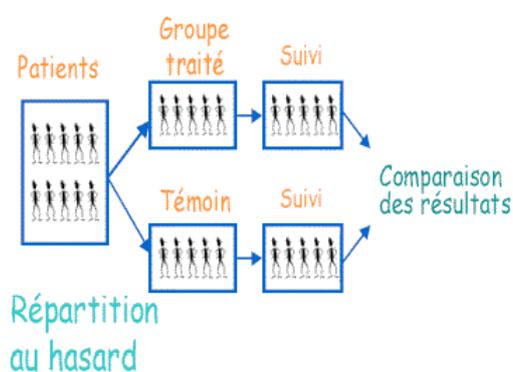
L'élaboration d'une revue systématique est basée sur un protocole détaillé préalable, établi selon le "Cochrane Collaboration Handbook" et est composée des cinq étapes: définition claire de l'objectif, établissement d'une stratégie de recherche large dans plusieurs bases de données, évaluation de la validité et de la pertinence des publications par attribution d'un indice de qualité et définition d'un seuil d'exclusion, extraction des données sous forme d'annotations, synthèse des résultats des différents articles retenus.

Méta-analyse : Le principe de la méta-analyse est de synthétiser les résultats d'essais thérapeutiques répondant à une question thérapeutique donnée, avec une méthodologie rigoureuse au moyen d'outils statistiques adéquats pour assurer une impartialité de la synthèse. Cette synthèse permet de réunir un nombre important de patients et d'événements et d'arriver à des conclusions plus solides que ne le permettaient les études individuelles. On tient compte dans une méta-analyse des résultats de l'analyse combinée, mais aussi de l'hétérogénéité des résultats des études individuelles. Évidemment, la méta-analyse a plus de poids si la tendance des essais individuels va dans le même sens que dans des directions opposées.

Essai Contrôlé Randomisé (randomized controlled trial) : Étude expérimentale, où les patients éligibles, sélectionnés pour une étude thérapeutique, sont répartis de manière aléatoire en 2 groupes : le premier groupe reçoit le traitement (groupe test), tandis que le second reçoit en général un placebo (groupe contrôle). Répartition au hasard ayant pour but d'assurer que les patients répartis dans les 2 groupes de l'essai sont rigoureusement semblables en tous points, excepté en ce qui concerne l'intervention projetée. L'étude est réalisée aveugle ou en double aveugle de manière à écarter tout biais éventuel. Les issues sont mesurées chez au moins 80% des participants entrés dans l'étude, ce qui correspond à des pertes au niveau du suivi inférieures ou égales à 20%.

L'avantage réside dans la différence observée qui sera probablement due à l'intervention et non à des facteurs potentiels d'interférence. Le tirage au sort permet d'éviter l'attribution de patients plus malades dans un groupe que dans l'autre.

Les ECR nécessitent une population homogène où la pathologie étudiée est prédominante afin de mieux tester la valeur de l'information. Ce type d'étude est très coûteux, très long et pose quelques fois des problèmes d'éthique.



ABREVIATIONS

↗ : Augmentation de
↘ : Diminution de
< : Inférieur à
> : Supérieur à
% : Pour cent
ADO : Antidiabétique oral
AP : Activité physique
APA : Activité physique adaptée
DT2 : Diabète de type 2
ECR : Essai contrôlé randomisé
FC : Fréquence cardiaque
GC : Groupe contrôle
Gpe : Groupe
GT : Groupe test
HbA1c : Hémoglobine glyquée
IC : Indice de confiance
IMC : Indice de masse corporelle
J. : Jour
MK : Masseur-kinésithérapeute
PEC : Prise en charge
PodoM : Podomètre
QdV: Qualité de vie
Sem. : Semaine
SV : Seuil ventilatoire
Vs : Versus

1 INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de loi santé initié en 2013, Mme M. Touraine, ex-Ministre de la Santé, prévoit la possibilité de prescrire une activité physique adaptée (ou APA) aux patients atteints d'une affection de longue durée (ou ALD) (*Annexe 1*). Le projet de loi s'inspire notamment du programme « Sport-santé sur ordonnance » où depuis 2012, à Strasbourg, 300 médecins généralistes se sont engagés à prescrire cette thérapeutique non médicamenteuse, selon des recommandations précises, pour des patients atteints de pathologies chroniques. Ainsi 1000 sujets ont bénéficié de cette prise en charge au sein de centres agréés par l'Agence Régionale de Santé, dans le traitement de leur diabète de type 2 (46%), de leur cancer (38%), de leur obésité (35%), de leur insuffisance respiratoire (31%), et autres.

Or en s'intéressant aux champs d'application de l'APA, il est révélé que, dans le cadre du traitement du diabète, l'effort peut avoir un impact majeur sur le taux de glycémie, la sensibilité à l'insuline, la gestion de la tension artérielle et des lipides, la mortalité et la qualité de vie. Ces différents champs permettent de limiter le traitement médicamenteux tout en améliorant le bien-être des patients. (*Colberg & al., 2010*)

Dans le décret de compétences (*Décret n°96-879 du 8 octobre 1996, abrogé au 8 août 2004 – Annexe 2*), le masseur-kinésithérapeute (ou MK) peut proposer de la gymnastique médicale et participer à la rééducation respiratoire. Il est aussi habilité à participer à différentes actions d'éducation. Les domaines de prise en charge peuvent donc être aussi bien cardio-respiratoire que ventilatoires, le MK peut pratiquer sans restriction, excepté la justification de son exercice dans un contexte de réhabilitation, qui lui est dévolu historiquement par ailleurs.

Un rapport de l'INSERM estimait déjà en 2009 que « *le développement d'une activité physique régulière dans les populations de patients apparaît comme une priorité de santé publique. Les programmes d'intervention doivent être ambitieux, visant au long terme, ne négligeant aucun des points d'action possibles et mobilisant un grand nombre de professionnels et d'acteurs du champ sanitaire, médico-social, social et sportif* ».

Pourquoi une telle préoccupation ? Avec l'augmentation de l'espérance de vie, +3,1 ans pour les femmes et +5,1 ans pour les hommes en 20 ans, les Français souffrent davantage de maladie chroniques par conséquent. (*Insee, 2016*)

Pourquoi le diabète dit « sucré » est-il mis en cause dans ces affections chroniques ? Contrairement à d'autres pathologies chroniques où la morbidité est directement liée à la maladie *de facto*, ce sont les complications du diabète qui ont des conséquences majeures sur l'organisme.

De quoi s'agit-il alors ? Le diabète sucré est une élévation chronique de la concentration de glucose dans le sang (hyperglycémie), il regroupe plusieurs mécanismes physiopathologiques différents : il y a perte progressive des capacités sécrétoires de l'insuline et/ou accompagnée d'une augmentation de la résistance à cette hormone.

Or celle-ci a un rôle majeur dans la régulation de l'homéostasie du glucose, et une mauvaise régulation peut entraîner des complications aiguës ou chroniques et diverses sur les différents organes du corps humain.

Elles s'ajoutent bien souvent aux comorbidités préexistantes comme l'hypertension artérielle, le tabagisme chronique, les apnées du sommeil.

Les causes de ce diabète s'expliquent essentiellement par le vieillissement de la population et le développement de l'obésité. Ce phénomène de prise de poids résulte des modifications relativement récentes du mode de vie (réduction de l'activité physique et déséquilibre de l'alimentation). La mortalité liée au diabète s'explique par ses conséquences sur l'appareil cardiovasculaire, avec un risque multiplié par 3 de crise cardiaque ou d'accident vasculaire cérébral. Ainsi son expansion, particulièrement élevée en Asie et aux États-Unis, lui attribut le terme « *d'épidémie de diabète* ». (Simon, 2016)

Pourquoi proposer de l'APA dans le cadre de pathologies métaboliques comme le diabète ? Nous pouvons facilement envisager cela pour les cas d'obésité ou d'insuffisance respiratoire, mais quelle action peut avoir l'exercice physique sur l'hyperglycémie particulièrement et sur l'organisme globalement ?

L'activité physique réduit les mécanismes métaboliques d'insulinorésistance par l'augmentation des besoins musculaires, la production hépatique de glucose et l'amélioration du transport et de l'utilisation musculaire du glucose. L'exercice musculaire entraîne enfin une augmentation des besoins en énergie (Ciangura, 2011). Cela corrobore avec la définition de l'activité physique : « tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle du repos ». (Inserm, 2008)

Nous comprenons mieux l'intérêt pour sa prise en charge (ou PEC) précoce puisque les complications chroniques sont lourdes, en particulier cardiovasculaires et néphrologiques, avec de sévères handicaps et une moins bonne qualité de vie pour les patients. Il en résulte une augmentation du coût pour la société, avec un montant total des dépenses pour les soins généraux s'élevant en 2000 à 5,710 milliards d'euros, pour 1,6 million de sujets diabétiques type 2 (ou DT2). Nous n'avons pas pu relever les coûts de santé plus actuels mais en 2013, il était rapporté plus de 3 millions de sujets atteints...

A travers les lectures nous pouvons dissocier trois axes de réflexion : les critères d'activité physique efficaces pour traiter le diabète « gras » ou DT2, les répercussions positives de l'activité physique sur la maladie et sur la santé, l'efficacité multiprofessionnelle dans la prise en charge du diabète et la place de la kinésithérapie.

La problématique qui en découle est :

En quoi l'activité physique adaptée s'affirme-t-elle comme thérapeutique non médicamenteuse du diabète de type deux avec la nouvelle réforme de santé publique ?

Tableau I : Critères d'évaluation d'AP

POTENTIEL DE L'ACTIVITE PHYSIQUE			
Selon ces caractéristiques :		Sur la maladie	Sur la santé
Mode	Endurance	L'hémoglobine glyquée : <i>HbA1c</i> Consommation maximale d'O2 lors d'un effort : <i>VO2max</i> La pesée ou le poids de corps : <i>Kg</i>	Qualité de vie : <i>Échelle d'auto-évaluation par « ADDQoL »</i>
	Résistance		
	Mixte		
Intensité et abandon			
Durée par séance			
Durée de l'étude			Facteur motivation Facteurs risque comorbidité
Fréquence hebdomadaire			Dépenses de santé
Association à la diététique			
Récupération post effort			

Pour répondre à cette problématique, nous définirons dans un premier temps le diabète type 2. Dans un second temps, après avoir analysé la physiologie de l'activité physique nous analyserons le potentiel de celle-ci selon les critères exposés dans le *tableau I* ci-contre.

- La colonne de gauche comprend les caractéristiques de l'exercice qui permettent de définir les paramètres pertinents de prise en charge. A savoir les 3 modes d'entraînements endurance résistance ou mixte ; l'intensité d'exercice et l'abandon au cours de l'étude ; la durée de la séance ; la durée de l'étude ; la fréquence hebdomadaire ou le nombre de séances par semaine ; l'association de diététique à l'activité physique ; la récupération après l'effort.
- La colonne du milieu comprend :
 - Un paramètre biologique de référence l'HbA1c, indicateur d'équilibre glycémique rétrospectif des trois derniers mois ;
 - Un paramètre physique de référence la VO2max, indice de référence de capacité aérobie maximale, soit la consommation maximale d'oxygène lors d'une activité ;
 - Un paramètre quantitatif : la pesée ou le poids du corps en kilogrammes

Les caractéristiques de la 1^{ère} colonne seront ainsi mises en relation avec les critères retenus dans la 2^{ème} colonne, celle du milieu.

- La colonne de droite comprend : un indicateur fonctionnel sur le ressenti du patient de l'impaction diabétique sur sa vie (ADDQoL) ; le facteur motivation dans l'observance au traitement d'APA du patient ; le facteur risque de comorbidité, risque de pathologies associées au DT2 ; le coût financier de la maladie au regard de la santé publique.

Ces critères retenus dans la 3^{ème} colonne nous permettront de contextualiser cette prise en charge à la situation actuelle, dans la partie Discussion.

Le prochain chapitre définira la méthodologie de recherche que nous avons mis en place afin de tenter de répondre à la problématique présentée précédemment.

2 METHODOLOGIE DE RECHERCHE

2.1 Hypothèse

A travers les publications internationales récentes (inférieure à 10 ans), il est possible d'apporter des preuves scientifiques du potentiel de l'activité physique sur le DT2.

NB : le terme « activité physique adapté » constitue une formule commune pour désigner la pratique d'effort dans un cadre structuré, de la personne non pathologique, dans sa globalité (Lorenzen, 1961). Nous nous intéresserons ici à l'activité physique chez la personne présentant une atteinte physique. Ainsi réentraînement/réhabilitation/sport en réadaptation/retour à l'effort ou à l'activité physique, seront les termes communs pour activité physique adaptée (APA).

Pour autant les auteurs anglo-saxons n'utilisent que le terme *physical activity*.

2.2 Mots-clés

Diabète de type 2	<i>Type 2 Diabetes</i>
Revue bibliographique	<i>Literature review</i>
Exercice	<i>Exercise</i>
Hémoglobine glyquée	<i>Glycated hemoglobin</i>
Santé physique	<i>Fitness</i>
Efficacité	<i>Effectiveness</i>
Physiothérapie	<i>Physiotherapy</i>

2.3 Supports de l'étude

2.3.1 Bases de données consultées

- PEDro
- EM PREMIUM
- INSERM
- HAS (Haute Autorité de Santé)
- PUBMED

2.3.2 Autres supports

- Sites internet de sociétés savantes spécialisées dans le diabète
- Ouvrages spécialisés dans l'activité physique.

2.4 Situation d'appel

Lors d'un stage en 2^{ème} année d'étude, à travers un échange avec un médecin du sport et mon maître de stage nous abordâmes le sujet par coïncidence au détour de lectures communes sur le sujet. Nous évoquâmes le cas d'un patient pour lequel un dispositif semblable d'APA aurait été bénéfique dans le contexte de découverte de diabète gras, associé à une hypertension cardiaque. Je me suis alors intéressé à la lecture scientifique relative à ce sujet en vue d'aborder mon travail de fin d'étude. A cette période (mai 2016), je fis des recherches de manière à proposer au patient un protocole de réhabilitation à l'effort dans le cadre d'un DT2 nouvellement diagnostiqué. Malheureusement le patient abandonna à la phase des bilans et je n'eus pas l'opportunité de proposer à nouveau le protocole par manque de temps entre les paramètres d'HbA1c et le cursus scolaire.

Cependant je m'aperçus que ce que nous envisagions pour ce patient avait déjà été proposé et que légiférer l'Activité Physique (ou AP) dans les ALD était un thème précurseur. Ainsi les lectures scientifiques furent approfondies pour développer une méthodologie de recherche. C'est pourquoi les bases de données citées précédemment apparaissent chronologiquement. Aussi il fut important de s'attarder à l'aspect curatif et non préventif de l'AP au regard de la maladie, pour interroger la place du professionnel de santé MK en charge du patient. Ainsi nous avons bien le traitement de l'activité physique dans un cadre actuel interrogeant le rôle des masseur-kinésithérapeutes.

Tableau II : Gradation des recommandations scientifiques selon la Haute Autorité de Santé. Source : HAS.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<p>A</p> <p>Preuve scientifique établie</p>	<p>Niveau 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
<p>B</p> <p>Présomption scientifique</p>	<p>Niveau 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
<p>C</p> <p>Faible niveau de preuve scientifique</p>	<p>Niveau 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - études cas-témoins. <p>Niveau 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

2.5 Objet de la recherche

Pour répondre à la problématique et mener les recherches, nous avons d'abord examiné plusieurs articles pour comprendre la pathologie diabétique ainsi que la physiologie de l'activité physique, ses besoins, ses possibilités et ses effets.

Puis nous avons axé nos critères de recherche scientifique afin d'évaluer l'efficacité de l'activité physique adaptée sur le diabète « gras », au regard de :

- ✓ La sensibilité insulémique
- ✓ La puissance aérobie maximale
- ✓ Le poids du corps
- ✓ La qualité de vie
- ✓ La motivation
- ✓ La comorbidité
- ✓ Les dépenses de santé

Nous recherchions alors quels critères physiques, techniques, méthodologiques étaient pertinents pour permettre ces résultats.

2.6 Critères d'inclusion ou de non inclusion

Nos recherches se sont orientées vers des informations répondant aux meilleures données objectives disponibles de sources externes, soit des données cliniquement pertinentes soit des recherches cliniques centrée sur le patient. Ces critères correspondent aux Evidence-Based Medicine (EBM) et permettent d'évaluer la pertinence des données. Ces EBM peuvent être hiérarchisées dans leur puissance de preuve scientifique, elles répondent aux recommandations professionnelles de la Haute Autorité de Santé (*tableau II*).

Ainsi pour des critères de recherche répondant au grade A des recommandations, « preuve scientifique établie », nous avons sélectionné une revue systématique, trois méta-analyses et deux ECR.

Nous avons extrapolé des documents à partir de recherches publiées après mi-2006, pour ne conserver que les données de moins de 10 ans, les recherches ayant débuté en mai de cette même année. Elles se sont terminées en février 2017, avec 33 % d'articles publiés entre 2012 et 2017 (<5 ans).

Nous avons tenu à être vigilants sur les mesures statistiques pour être conformes aux recommandations : valeur p comprise entre 0,01 et 0,05, intervalle de confiance $\geq 90\%$.

Notre réflexion s'est basée en priorité sur des articles présentant un résumé méthodologique (dans l'ordre : contexte / objectifs / méthode / résultats / discussion / conclusion), avec une description détaillée *a minima* des méthodes appliquées au groupe test.

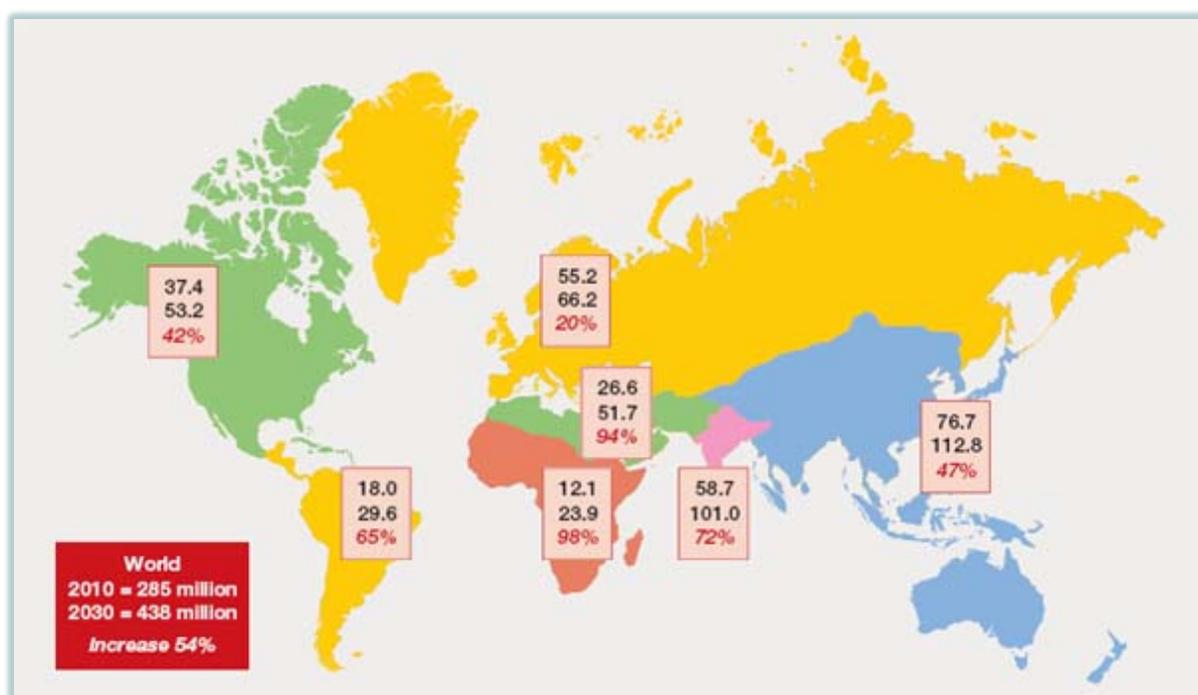
Les critères d'inclusion étaient ceux-ci au regard de ces caractéristiques : (i) Les patients sont tous âgés de plus de 45 ans (critère d'apparition et/ou âge favorisant l'apparition du DT2) (ii) ne présentent pas de contre-indication physique en raison d'atteintes cardiaque ou respiratoires, facteurs de comorbidité contre-indiquant à l'activité physique (iii) DT2 diagnostiqué depuis 1 à 5 ans (iiii) traitement Anti Diabétiques Oraux (ADO) éventuel mais pas de traitement insulinique.

Nous n'avons donc pas retenu les sujets nécessitant un traitement avancé témoignant d'un DT2 à un stade tardif. Avec une association de traitement par ADO et insuline, stade insulino-réquerant par exemple.

Par ailleurs nous n'avons pas fait de sélection sur le niveau d'activité des sujets, les critères étaient donc assez large pour ne pas limiter l'analyse des résultats.

Après avoir formulé notre problématique et présenté la méthodologie ainsi que les moyens mis en œuvre, nous définirons la pathologie diabétique et l'AP pour comprendre en quoi l'activité physique a des bienfaits sur celle-ci par la suite.

Tableau III : Projections globales de diabète : 2010 - 2030 (en millions) et *augmentation en pourcentage*



3 LA PATHOLOGIE DIABETIQUE Type 2

Le diabète est l'une des maladies les plus incapacitantes et concerne des millions de personnes dans le monde. Il existe le type 1 et le type 2, le premier se déclare chez le sujet jeune alors que le second est multifactoriel et évolutif, avec 90 % des cas en France.

Cette maladie est devenue un problème mondial majeur avec une augmentation exponentielle du nombre d'individus atteints au cours des dernières décennies. Entre 2010 et 2030, les estimations prédisent une augmentation de la prévalence de 54%, soit une augmentation de 285 à 438 millions du nombre de sujets (*Zimmet, 2010, Tableau III*).

La définition du DT2 par l'Organisation Mondiale de la Santé en 2014 est :

- Une glycémie $>$ à 1,26 g/l (7,0 mmol/l) après un jeûne de 8 heures et vérifiée à deux reprises ;
- La présence de symptômes (polyurie, polydipsie, amaigrissement) associée à une glycémie (sur plasma veineux) \geq 2 g/l (11,1 mmol/l) ;
- Une glycémie (sur plasma veineux) \geq 2 g/l (11,1 mmol/l) 2 heures après une charge orale de 75 g de glucose.

Ainsi les auteurs *Zimmet, Alberti et Shaw* à travers un groupe de consensus en 2005 rattache cette maladie au syndrome métabolique. Défini initialement par l'OMS en 1999, la Fédération Internationale du Diabète a montré quels facteurs prédisposaient à ce syndrome pour la qualifier de « *dernière épidémie mondiale* ». Il s'agit du tour de taille (propre aux groupes ethniques), des taux élevés de triglycérides et cholestérol HDL, de l'hypertension et du taux élevé de glycémie veineuse. Cette prise de conscience scientifique s'est faite par rapport aux tendances statistiques qui, si elles se confirment, paralyseraient les budgets de la santé de nombreux pays développés et en développement par les décès précoces et les incapacités liés à ces facteurs.

3.1 Pathogénie

L'insuline est une hormone hypoglycémisante qui inhibe la néoglucogénèse ou glycogénolyse, la lipolyse, la cétoxygénèse et la protéolyse. Elle active le transport du glucose dans le tissu adipeux et les muscles (GLUT 4), ainsi que la glycolyse et la synthèse protéique/d'acide gras.

Le diabète sucré est une affection métabolique caractérisée par la présence d'une hyperglycémie chronique résultant d'une déficience soit de l'action de l'insuline ou insulino-résistance, soit de la sécrétion par les cellules endocrines, soit des deux.

L'insulino-résistance est un phénomène de désensibilisation des cellules musculaires, adipeuses ou hépatiques, qui induit un défaut d'entrée du glucose dans les cellules. Et ce malgré des besoins en glucose constants.

Il en résulte une hyperglycémie qui provoque une hypersécrétion d'insuline. Or cette sécrétion d'insuline est d'une part inappropriée et d'autre part moins efficace. Elle traduit l'épuisement progressif des cellules β des îlots de Langerhans dans le pancréas. Ce qui provoque en post prandial une réponse à l'hyperglycémie plus longue à venir et une amplitude moindre.

Le besoin apparent des cellules en glucose stimule la néoglucogénèse hépatique : le foie tente à son tour d'apporter le glucose nécessaire aux cellules mais en vain.

L'hyperglycémie prolongée induite entraîne une désensibilisation du pancréas et ainsi une « tolérance » à l'hyperglycémie.

(Endocrinologie diabétologie nutrition, P. Fischer-Ghanassa, IKB).

3.2 Histoire de la maladie

Classiquement on distingue 3 phases :

- ✓ Le prédiabète qui se caractérise par des anomalies de la glycorégulation avec une glycémie à jeun supérieure à la normale mais $<1,26$ g/l.

Dans cette phase on distingue 2 situations métaboliques intermédiaires entre l'état où la glycémie est normale et celui de l'hyperglycémie :

- L'intolérance au glucose (IGT ou impaired glucose tolerance) définie par une glycémie 2 heures après ingestion de 75 g de glucose comprise entre 1,4 et 2 g/l.
 - L'hyperglycémie modérée à jeun (IFG ou impaired fasting glucose) définie par une glycémie à jeun comprise entre 1,10 et 1,26 g/ ;
- ✓ Une phase infraclinique asymptomatique, relativement longue (≈ 10 ans), phase pendant laquelle, en dehors de l'hyperglycémie, aucun symptôme ne laisse supposer l'existence de la maladie ;
 - ✓ Une phase clinique avec symptômes et complications chroniques. Elles sont soit microvasculaires (rétinopathie, néphropathie et neuropathie), soit macrovasculaires (infarctus du myocarde, artérite et accident vasculaire cérébrale).

Mais parfois des complications aiguës aussi (coma hyperosmolaire, hypoglycémie, acidose lactique à l'occasion d'une pathologie intercurrente) peuvent survenir.

3.3 Facteurs de risque

(Simon, 2016)

✓ Age >45ans	✓ Un antécédent de diabète gestationnel ou d'accouchement d'un nouveau-né pesant plus de 4kg
✓ Antécédents familiaux de DT2	✓ Pression artérielle (> 140/90) ou hypertension traitée
✓ Un surpoids (indice de masse corporelle > 25 kg/m ²), surtout si répartition abdominale de la graisse ou si associé à l'inactivité physique	✓ Antécédents d'hyperglycémie modérée à jeun ou d'intolérance au glucose
✓ L'origine géographique (personne d'origine non caucasienne et/ou migrante ayant adopté un mode de vie occidental)	✓ Antécédents de diabète transitoire à l'occasion d'un stress majeur ou d'une corticothérapie

3.4 Examen biologique de dépistage et de suivi

Le test de dépistage recommandé est la mesure de la glycémie veineuse à jeun. Des valeurs élevées définissent le DT2 comme nous l'avons cité plus haut par l'OMS.

Mais l'examen de référence dans le suivi du diabète est le dosage de l'hémoglobine glyquée (HbA1c). Il s'agit d'une forme d'hémoglobine contenue dans les globules rouges (ou érythrocytes) qui a été glyquée, c'est-à-dire sur laquelle se sont fixées des molécules de glucose, proportionnellement à la glycémie moyenne. Cette réaction correspond à la réaction de Maillard.

L'hémoglobine A, qui représente plus de 95 % de l'hémoglobine adulte, subit une réaction non enzymatique de glycation pour former l'hémoglobine glyquée dont la quantité est proportionnelle au niveau de glycémie et à la durée de vie des érythrocytes (120 jours). Cette durée de vie permet de fait d'estimer l'équilibre glycémique des sujets sur cette même période.

La méthode de dosage la plus fiable est la chromatographie en phase liquide à haute performance (dosage sanguin), avec des résultats rendus classiquement en % d'hémoglobine dans des valeurs normales idéalement entre 4 et 6 %. Le dosage d'HbA1c présente une faible variabilité interindividuelle (<2%) et peut être réalisée chez un sujet non à jeun, il est aujourd'hui incontournable pour le suivi (*Société Francophone du Diabète, 2014*).

L'objectif thérapeutique pour la plupart des patients est une hémoglobine glyquée cible ≤ 7 %, cependant la recommandation de la HAS insiste sur la nécessité d'adapter ce taux au profil des patients selon l'environnement social, familial, et culturel du patient (activité professionnelle, rythme des repas, etc.). Dans le cas d'un diabète nouvellement diagnostiqué chez un sujet dont l'espérance de vie est supérieure à 15 ans et sans antécédent cardiovasculaire, l'objectif sera $\leq 6,5$ % (*HAS, 2013*).

4 REVUE DE LITTÉRATURE

Eu égard aux critères définis préalablement, notre recherche a sélectionné une revue systématique de recommandations et référentiels, trois méta-analyses et deux essais contrôlés randomisés pour répondre à l'ensemble des critères (*cf. tableau I en Introduction*).

Nous allons tout d'abord analyser le potentiel de l'activité physique sur la pathologie afin de développer ses effets sur le contrôle glycémique (HbA1c) et examiner les mécanismes mis en œuvre. Les articles scientifiques ci-dessous nous ont permis de développer ce point :

- *Duclos & al.*, « *Activité physique et diabète de type 2* », revue systématique publiée en 2011 : référentiel de la Société Francophone de diabète

- *Thomas & al.*, « *Exercise for Type 2 Diabetes Mellitus* », méta-analyse publiée en 2009, 14 essais contrôlés randomisés (ECR) pour un total de 377 sujets. Publication choisie pour les critères suivants : validation auprès de l'organisation Cochrane et par sa particularité de n'avoir retenu que les essais où les effets seuls de l'exercice avaient pu être étudiés (groupe exercice versus groupe sans exercice). Dans nombreux essais l'exercice est couplé avec les conseils diététiques sans pouvoir dissocier les effets de l'exercice seul et sa variété de critères.

- *Umpierre & al.*, « *Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association with HbA1c Levels in Type 2 Diabetes* », méta-analyse publiée en 2011, 47 ECR pour un total de 8538 sujets : publication permettant de faire la distinction d'exercices supervisés/structurés réalisés soit entre les différents modes d'exercice : endurance/résistance ou les deux combinés ou conseils d'activité physique.

- *Snowling & Hopkins*, « *Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients* », méta-analyse publiée en novembre 2006, 27 ECR pour un total de 1003 sujets : publication choisie pour comparer les différents modes d'activité. La VO₂max permet de mesurer l'efficacité de chaque mode.

Nous commencerons par définir les modes d'exercice puis la physiologie de l'exercice sur le corps humain avec ses effets et enfin nous développerons les résultats de l'AP au regard de la pathologie.

4.1 Mode d'entraînement

Plusieurs modes d'entraînement sont possibles : **endurance, résistance ou mixte** (Duclos & al., 2011) :

- ✓ L'exercice en endurance (ou aérobie) est la capacité à maintenir un effort d'intensité faible à modéré pendant un temps relativement long (> 20 minutes). D'un point de vue énergétique, c'est l'endurance qui met en jeu la filière aérobie. Elle est la plus favorable pour le système cardiovasculaire, le système respiratoire et se caractérise par un effort d'intensité faible à modéré. Les exemples d'exercices en endurance sont la marche à allure rapide, la course à pied et le vélo.

- ✓ L'exercice en résistance traduit l'aptitude à maintenir un exercice d'intensité élevée, égale ou proche de la capacité maximale de l'individu, pendant un temps relativement court (compris entre 20 secondes et 1 minute 30, voire 2 à 3 minutes). D'un point de vue énergétique : la filière anaérobie lactique est sollicitée avec production importante de lactates.

3 types d'exercices en résistances sont possibles :

- Contre résistance : ou renforcement musculaire voire « musculation », l'augmentation de la force musculaire est liée au principe de surcharge. Cela signifie que le muscle ne s'adapte que si la charge qui lui est imposée est supérieure à celle qu'il rencontre habituellement. Ce type est le plus favorable pour le maintien voire le gain de masse musculaire.

- Contre résistance isométrique : également appelé travail statique, les exercices sont caractérisés par une contraction musculaire maintenue constante contre résistance, sans changement de longueur du muscle. Ils sont contre-indiqués chez les patients porteurs de pathologie cardiaque. En effet, en raison de l'absence de baisse des résistances périphériques, ils entraînent des effets hémodynamiques potentiellement délétères, avec augmentation rapide et importante des 2 composantes, systolique et diastolique, de la pression artérielle et de la surcharge de travail cardiaque que cela impose.

- Contre-résistance dynamique : regroupe le renforcement musculaire et la musculation segmentaire. Les se caractérisent par la succession de mouvements concentriques et excentriques effectués par un membre travaillant contre résistance. Ces exercices sollicitent les filières aérobie et anaérobie en proportions variables selon l'amplitude du mouvement, l'importance de la charge, la durée de l'exercice et la quantité de masse musculaire mise en jeu. Ils permettent d'augmenter la masse et la force musculaires.

- Il s'agit d'exercices réalisés avec de petits haltères, des bracelets lestés, des bandes élastiques, ou bien en utilisant des bancs de musculation spécifiques.
- ✓ L'exercice mixte consiste à associer les 2 modes précédents, en endurance et en résistance. D'un point de vue énergétique les 2 filières sont sollicitées simultanément selon les exercices réalisés.

4.2 Physiologie de l'effort

Nous allons détailler l'apport énergétique au muscle et les voies métaboliques au cours de l'exercice musculaire. (Duclos & al., 2011) (Ciangura, 2011) (McArdie, Katch & Katch, 2001).

- ✓ Au niveau des fibres musculaires, le glissement des myofilaments d'actine entre ceux de myosine permet la contraction musculaire, avec transformation d'énergie chimique, fournie par l'hydrolyse de l'adénosine triphosphate (ATP), en énergie mécanique. Cette hydrolyse a un rendement musculaire faible (22-23 % lors de la marche ou la course) avec un dégagement important de chaleur (77-78 %), selon le mode d'activité. De plus l'ATP a des faibles valeurs de stockage énergétique (40 Kcal, soit 2 à 4 secondes d'exercice maximum), donc l'organisme doit en permanence synthétiser de l'ATP au cours de l'exercice. Cette synthèse est possible par l'apport adapté de substrats énergétiques et d'oxygène, ces fonctions sont remplies par les organes de stockage comme le foie et les adipocytes, et par l'ensemble du système cardio-circulatoire qui assure le transport de l'oxygène et des substrats.
- ✓ Le niveau d'utilisation et le choix du type de substrat (glucides ou lipides) au cours de l'exercice dépendent des caractéristiques de l'activité musculaire (intensité, durée), de l'état nutritionnel et du niveau d'entraînement. Ainsi sur les activités courtes et intenses, le métabolisme anaérobie est sollicité, n'implique pas d'utilisation d'oxygène. Il repose sur 2 différentes sources d'énergie : la phosphocréatine lors d'anaérobie alactique (« amorce musculaire ») et la glycolyse anaérobie lors d'anaérobie lactique (efforts sous maximaux et maximaux).
Sur les activités prolongées le métabolisme aérobie intervient et nécessite la présence d'oxygène pour l'oxydation des substrats dans le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire.

- ✓ L'intensité d'exercice détermine la participation relative de l'un ou de l'autre substrat. A intensité faible la β -oxydation et l'utilisation des lipides sont prépondérantes, puis leur part diminue progressivement lorsque l'effort augmente. L'inverse se produit pour les glucides. Théoriquement, le seuil maximal d'oxydation des lipides se trouve dans des activités d'intensité moyenne correspondant à 50-60 % de la VO₂max. L'utilisation des substrats est alors strictement aérobie. Puis l'intensité augmentant, la participation glycolytique est de plus en plus importante jusqu'à devenir exclusive pour des puissances proches de la capacité aérobie maximale.
- ✓ La durée de l'exercice détermine aussi l'utilisation des substrats. Dans un premier temps le glycogène musculaire dans le métabolisme glucidique est sollicité par le muscle. Lorsque ses réserves s'épuisent, le glucose plasmatique est absorbé, en parallèle avec les acides gras libres provenant de la lipolyse du tissu adipeux. Puis les réserves de triglycérides intramusculaires sont utilisées lors d'exercices de durée prolongée, et en phase de récupération. Enfin la production hépatique de glucose s'opère par soit la glycogénolyse puis remplacée par la néoglucogenèse au fur et à mesure que la durée de l'exercice augmente.

Maintenant que nous avons détaillé brièvement les déterminants de l'activité physique (AP), nous pouvons en comprendre les effets sur l'organisme. Il est important de noter que le métabolisme du glucose entre le sujet sain et le sujet DT2 est le même, c'est l'efficacité de l'insuline qui n'est pas la même.

- ✓ Effets de l'entraînement sur le glucose : l'exercice musculaire augmente la captation musculaire de celui-ci dans les muscles sollicités par des voies qui ne dépendent pas de l'insuline. Exemple : un exercice réalisé par les 2 sujets sur cycloergomètre de 45-60 minutes à 60-70 % de la VO₂max augmente la capacité de transport de glucose GLUT-4, présent sur la membrane musculaire, de 70 % par rapport au repos, et augmente la captation musculaire du glucose. Comme les capacités musculaires de captation s'améliorent, il y a une diminution de la production hépatique de glucose. De plus lors de l'effort il y a une augmentation du débit sanguin au niveau musculaire, augmentant ainsi l'apport d'insuline et de glucose aux cellules. Cet effet persiste plusieurs heures après l'arrêt de l'exercice.
 Durant la période post-exercice, la sensibilité musculaire à l'insuline augmente ce qui entraîne une augmentation de la captation du glucose, en réponse à l'insuline. Ce phénomène s'explique par une augmentation de la sensibilité des récepteurs résiduels à la leptine (peptide découvert en 1994 ou signal tonique de besoin énergétique) et active au niveau musculaire les protéines de couplage du métabolisme. Il est localisé aux seuls muscles mobilisés pendant l'exercice, et dépend en partie de l'importance de la déplétion en glycogène.

- ✓ Effets de l'entraînement sur les lipides : l'entraînement en aérobie à travers l'endurance augmente l'utilisation des acides gras durant l'exercice musculaire d'intensité modérée, en augmentant la lipolyse adipocytaire et l'utilisation des acides gras libres. Ces effets permettent la poursuite de l'effort et contribuent à épargner les stocks de glycogène pour retarder de fait l'épuisement.
- ✓ Effets généraux : amélioration des capacités de travail musculaire par adaptation cardio-vasculaire (augmentation de la capacité de transport d'oxygène de l'air ambiant vers le tissu musculaire), mais aussi musculaire ; diminution de la fréquence cardiaque (FC) de repos et augmentation du débit cardiaque indirectement par augmentation de la FC dans les efforts sous-maximaux ; diminution de la consommation d'oxygène du muscle cardiaque et diminution des résistances périphériques ; au niveau musculaire, l'extraction d'oxygène est améliorée, l'architecture musculaire est modifiée selon le mode d'entraînement (solicitations de fibres I ou II) avec augmentation des constituants contractiles (mitochondries, enzymes oxydatives, myoglobines pour les « stocks » d'oxygène). L'ensemble de ces effets améliore les capacités oxydatives du muscle squelettique chez le sujet sain, comme chez le sujet DT2.

Après avoir développé les modes d'AP, la physiologie et les effets de l'effort, nous pouvons à présent étudier les résultats des articles répondant aux critères de sélection. Ces résultats seront étudiés au regard des effets sur l'organisme en premier puis sur la santé.

4.3 Résultats sur l'organisme

Le tableau en *annexe 6* synthétise les données obtenues à travers les essais sélectionnés, au regard des résultats sur l'organisme.

Cadre d'activité

Umpierre & al. relèvent que l'entraînement nécessite un cadre, soit d'être supervisé et structuré pour qu'il soit efficace. Les conseils seuls d'exercices délivrés aux patients permettant une diminution de 0,16 % du contrôle glycémique (ou HbA1c) par rapport aux groupes tests (ou GT).

Mode d'entraînement

Concernant l'entraînement physique, tous modes confondus (endurance, résistance, combiné), les auteurs *Thomas & al.* relèvent une diminution de 0,60 % de l'HbA1c. Aussi les auteurs *Umpierre & al.* relèvent une diminution de 0,67 % pour leur part. Parallèlement ces mêmes auteurs concluent que ce résultat d'APA tout mode confondu est similaire à ceux obtenus sous traitement médicamenteux par ADO, à dose élevée.

Pour les auteurs *Snowling & Hopkins* et *Umpierre & al.*, les 2 modes endurance et combiné obtiennent des résultats similaires de -0,51 à -0,8 % par rapport au GT. En corrélant les deux sources il nous est apparu que l'endurance (mode aérobie donc) prévaut avec une diminution de 0,7-0,73 %.

Les premiers auteurs (publication de 2006) ajoutent sur ce point la nécessité de plus amples recherches et les seconds (publication de 2011) appuient de meilleurs résultats en endurance. Pour autant l'entraînement en résistance obtient -0,50 à -0,57 %, soit des résultats satisfaisants.

Le mode d'entraînement combiné (Endurance + Résistance) obtient des résultats contradictoires, *Snowling & Hopkins* relèvent une diminution de 0,8 % alors que *Umpierre & al.* relèvent une diminution de seulement 0,51 %. Cette dernière valeur est expliquée par *Umpierre & al.* par des valeurs opposées dans deux ECR. D'un côté Sigal & al. (2007) relèvent que l'exercice en endurance ou alors en résistance améliorent le contrôle glycémique. D'un autre côté Church & al. (2010) relèvent que la combinaison des 2 types d'exercice amélioreraient le contrôle glycémique.

Les auteurs *Umpierre & al.* justifient le résultat de l'exercice combiné de 0,51 % par la grande hétérogénéité des critères d'inclusion (HbA1c de base, quantité d'exercices...) qui a induit un risque accru de biais dans leur analyse. De fait ils ne peuvent conclure sur ce point, ils relèvent au final que les résultats en mode combiné sont moins performants. Nous pourrions envisager que ce manque de performance est imputable à l'intensité ou à la durée prolongée des exercices, facteurs d'abandon au sein des ECR.

Nous verrons par la suite que ces valeurs obtenues constituent des réductions importantes de l'HbA1c par rapport aux facteurs de comorbidités liés au diabète.

Description des exercices

Dans cette méta-analyse comme dans les autres, les exercices ne sont pas décrits, ni quantifiés. Ils peuvent être nommé : circuit d'exercices en résistance et cyclisme (*Maiorana 2002*) ou marche course et ski (*Ronnemaa 1986*) ou même *Qi-gong* (*Tsujiuchi 2002*), mais ne sont jamais détaillés. Que ce soit la méthodologie d'entraînement, la description du protocole ou du dispositif, notamment dans les exercices en résistance, tout cela n'est pas retranscrit. Pour *Thomas & al.*, nous avons vu qu'il n'y avait pas de distinction entre les modes. Ils relatent pour autant que les niveaux des résistances d'entraînement sont détaillés dans les essais récents (soit plus proche de la publication en 2009), ce qui permettrait de les dupliquer. Par ailleurs il n'est pas rapporté par *Umpierre & al.* de modifications dans les protocoles qui nous permettraient d'envisager des critères d'entraînement.

Au final nous ne pouvons apporter de détails sur ce point, ce qui se justifie par la thématique des sujets à savoir l'efficacité de l'AP et non l'efficacité de telle ou telle méthode d'entraînement. Les seuls éléments de détails que nous avons retrouvés concernent l'intensité. Revenons donc à cette notion.

L'intensité ou le régime d'entraînement est rapporté brièvement dans la méta-analyse de *Thomas & al.* Notamment avec un ECR (*Dunstan 1998*) où l'exercice est en résistance progressive par une échelle d'intensité, sans information complémentaire, et certains ECR (*Baldi 2003, Mourier 1997, Raz 1994* et d'autres) où l'exercice est en endurance modérée. Pour autant, comme précédemment, les auteurs reconnaissent le manque d'information sur les protocoles d'intensité d'entraînement au travers de leurs ECR retenus.

Particularité du mode Endurance

Cependant pour ce dernier mode en endurance, si *Thomas & al.* rapportent une trop grande hétérogénéité sur la progression de la VO₂max qui n'a pas permis d'extraire des résultats fiables ; sauf pour les auteurs *Loimaala 2003* et *Ronnema 1986* mais les résultats ne sont pas significatifs ; ils rapportent que l'ECR de *Mourier 1997* obtient une augmentation de significative de l'aérobie (+9% de VO₂max) par des entraînements à 50-85% de Vo₂max. D'autres ECR établissent aussi une échelle d'intensité par Vo₂max mais sans donner les résultats.

Ce critère est clairement abordé par la méta analyse de *Snowling & Hopkins* qui rapportent que le critère aérobie le plus performant sur l'HbA1c, parmi des intensités de 50-80 % de VO₂max, est de 75 %. L'utilisation de cet indicateur est préconisée surtout pour optimiser la PEC de patient avec une intolérance à l'effort. *Umpierre & al.* ont utilisé la même méthodologie concernant l'intensité en aérobie (une échelle d'intensité progressive de 1 à 5) mais rapportent une trop grande hétérogénéité de l'HbA1c de référence entraînant une magnitude de résultats trop grande par rapport aux données relevées.

L'intensité dans le mode aérobie est donc évaluable par la VO₂max et non évaluable concrètement en mode résistance à travers les méta-analyses.

Concernant **l'abandon**, il représente moins de 20% des sujets GT (méta analyse *Umpierre & al.*).

Tout d'abord il convient de préciser que dans tout ECR, le pré-test du protocole d'entraînement permet d'assurer sa réalisation, comme le soulignent *Thomas & al.* dans leur critères d'inclusion. S'il devait y avoir une modification de celui-ci, cela constituerait un biais d'attrition dans l'étude statistique. Ainsi l'intensité du protocole est évaluée en amont pour limiter les phénomènes d'épuisement ou d'abandon, ce qui explique ces valeurs faibles relevées par les différents auteurs.

Mais ces valeurs sont conjointes entre les GC et les GT, donc aussi bien entre le protocole proposé des sujets contrôlés (généralement conseils d'AP) et le protocole des sujets testés soit l'APA. *Thomas & al.* développent davantage : 8 ECR n'ont pas d'abandon dans le GT, 16 ECR en ont mais ne chiffrent pas ces abandons, 2 ECR ont eu 11,5 % d'abandon dans le GT au cours du protocole. Les raisons générales synthétisées au sein des trois méta-analyses, GT & GC combinés, si elles sont clairement identifiées sont la motivation, l'hospitalisation.

Certains essais n'ont pu donner de manière fiable ces raisons par le fait que les données étaient auto-déclarées, le sujet ne poursuivant pas l'étude sans donner la raison.

En ce qui concerne la **durée par séance**, *Umpierre & al.* reportent de meilleurs résultats avec des séances >150 minutes par séance au regard de l'HbA1c, une diminution importante de 0,89 % à travers les ECR au lieu de 0,36 % dans une durée inférieure à 150 minutes. Ce paramètre amène nécessairement un effort prolongé et donc une intensité non maximale, rejoignant le critère d'intensité et le métabolisme de l'effort abordé précédemment, mais avec un résultat pertinent cette fois-ci.

Concernant la **durée d'étude**, les résultats sont d'autant plus probants qu'elle est courte. En effet les durées inférieures à 12 semaines démontrent pour les mêmes auteurs une diminution supérieure à 0,8 %. Alors qu'elle est moitié moindre (0,4 %) si la durée est supérieure à 12 semaines. Ceci est justifié par *Thomas & al.* par un régime d'intensité d'entraînement plus fort dans les études courtes, aussi bien que les difficultés de maintenir une compliance aux régimes d'exercice évalués dans les études longues. 2 critères en faveur des études courtes donc.

Concernant la **fréquence hebdomadaire**, les 3 méta-analyses s'accordent sur un nombre de 3 séances par semaines sur des jours non consécutifs eu égard la performance et le confort des sujets au cours des semaines.

Qu'en est-il de la **diététique** ? Souvent abordée dans la PEC non médicamenteuse du DT2, son effet est évalué par les 3 méta-analyses, indépendamment de l'activité physique ou au contraire combinée à celle-ci. *Umpierre & al.* l'ont évaluée à travers 12 ECR pour un résultat de -0,58 % lorsque les conseils diététiques sont couplés avec les conseils d'entraînement uniquement. Ils mettent en avant la nécessité d'actions combinées (APA + conseils diététiques) sur ces études approchant le mode de vie des patients pour avoir une efficacité accrue sur le diabète. Les auteurs *Snowling & Hopkins* approuvent « plusieurs petits avantages » et *Thomas & al.* relatent « un léger effet synergique » à travers 9 ECR, les auteurs ne développent pas plus ce point.

En parallèle, le **poids du corps** est traité dans les 3 méta-analyses.

Ici il n'est pas mis en relation avec la diététique mais toujours avec l'activité physique, la question étant : l'AP fait-elle maigrir ? Les auteurs *Umpierre & al.* nous apportent des réponses précises, le mode aérobie entraîne une diminution de 1,5 % du poids de corps alors que le mode résistance l'augmente de 0,5 %. L'entraînement mixte entraîne une diminution de 5,1 %. Des valeurs très faibles confortées par *Thomas & al.* où 10 ECR ont évalué la perte de poids et ne rapportent pas de diminution dans les GT-GC. Ils notent cependant que dans deux ECR c'est le tissu adipeux viscéral qui diminue, comme *Snowling & Hopkins* qui rapportent une diminution de la graisse abdominale de 15%. Critère qui rentre en ligne de compte dans les facteurs de risques cardiovasculaires par le tour de taille abdominal, soit >88cm chez la femme et >102 cm chez l'homme.

Nous pouvons conclure avec la revue systématique rapportant que : « l'activité physique ne fait pas maigrir. Seul le régime hypocalorique peut induire une perte de poids significative chez le sujet obèse ou en surpoids. » (*Duclos & al., 2012*).

Et la **récupération physique** après l'effort ? Les étirements sont très peu abordés. Les auteurs Thomas & al. relatent sans décrire qu'un essai sur 14 ECR a dirigé des séries courtes d'étirements. Nous n'avons pas trouvé davantage de résultats probants au regard de la stabilisation du diabète.

Enfin, il est important d'évaluer s'il existe des **effets néfastes** de l'entraînement à travers les études. Les auteurs *Snowling & Hopkins* rapportent des résultats « peu clairs ou insignifiants » et « pas d'effets significativement prouvés » sur l'impact négatif de l'entraînement protocolaire des patients atteints de DT2. L'APA ne constitue donc pas un risque délétère pour le patient selon les critères d'inclusion que nous avons sélectionnés.

4.4 Résultats sur la santé

Le tableau en *Annexe 7* synthétise tous les résultats obtenus à travers les essais sélectionnés et surtout au regard des critères choisis.

Nous allons à présent évaluer le potentiel de l'activité physique sur la santé. Outre ses effets sur l'organisme il s'agit de savoir si l'APA a un effet important sur le quotidien du patient DT2, sur son bien-être et comment. Pour cela nous avons sélectionné trois critères centrés sur le sujet : une échelle fonctionnelle de qualité de vie (QdV), le facteur motivation et la diminution des facteurs de comorbidité. Ensuite nous avons évalué l'aspect économique du coût de la maladie en France. Ces critères ont été retenus selon les recommandations actuelles parmi les effets souhaitables dans la PEC du sujet DT2 (*HAS, 2013*).

Abordons le premier point avec une échelle de **QdV** référencée dans le DT2, créée en 1999 : l'ADDQOL. (*Audit of Diabetes-Dependant Quality Of Life, Annexe 3*) Cette échelle est adaptée du questionnaire générique SEIQoL (Schedule for the Evaluation of Individual Quality of Life). Elle mesure la perception qu'à l'individu de l'impact du diabète sur sa qualité de vie selon 19 aspects sociaux/physiques/émotionnels, des aspects globaux aux aspects spécifiques comme les loisirs, la santé, l'aspect physique mais aussi la vie sexuelle ou la situation financière. La forme des questions est étonnante : on demande au patient d'imaginer à quel point sa qualité de vie serait différente dans un domaine donné s'il n'était pas diabétique. Il s'agit du seul questionnaire spécifique au diabète élaboré à partir d'une approche personnalisée. Cette échelle est majoritairement validée par les auteurs scientifiques pour ses bonnes propriétés psychométriques (ou méthodologie de construction et d'utilisation), qui procure un outil utile pour la compréhension des attentes au quotidien du patient DT2. (*Debaty & al., 2008*) (*Ostini & al. 2011*)

Ainsi dans le sondage d'*Ostini et al.*, par l'analyse structurale du questionnaire auprès de plus de 3900 sujets australiens, il en ressort que c'est une échelle fiable malgré sa sophistication, dont l'utilité peut être faite sur des échelles de grande population.

Puis pour comprendre l'application de la ADDQoL, l'ECR de *Guglani & al.* (Inde) publiée en 2014 a déterminé l'influence de l'activité physique sur la QdV de sujets DT2, grâce à cette échelle. Ainsi, avec l'utilisation d'un podomètre, ils ont évalué l'amélioration des critères ADDQoL selon les 3 groupes suivants : AP avec podomètre supervisée par un physiothérapeute, AP auto-déclaré avec podomètre et GC avec conseils variés d'AP.

Il en ressort :

- Le 1^{er} groupe (A) au départ devait réaliser environ 4000 pas / session de 30-40 min. + cumuler 150 min. hebdomadaires de marche. L'intensité a été progressive grâce à l'échelle RPE de Borg (*Annexe 4*), avec au départ un RPE cible à 11 « effort perçu léger », puis augmentation encouragée vers un RPE cible de 12-14 « effort perçu un peu dur ». Soit une instruction d'activité à l'intensité perçue par le sujet sur cette échelle. Puis l'étude a encouragé les sujets à augmenter aussi leur nombre de pas (>4000 pas) par session jusqu'à la fin soit la 16^{ème} semaine.
- Le 2^{ème} groupe (B) a porté un podomètre 5j. par semaine, la journée, pendant toute l'étude. Ils ont été invités à achever 10 000 pas par jour, en reportant le nombre de pas sur un carnet de suivi, relevé chaque semaine par un investigateur.
- Le 3^{ème} groupe (C) a été invité à maintenir son mode de vie et encouragé à marcher.

Les auteurs n'ont pas observé de résultats significatifs entre les trois groupes sur les 19 points de l'ADDQoL. Ce manque de résultats significatifs entre le GT et le GC avait déjà été relevé par l'ECR de *Tessier, 2000* (relevé par *Thomas & al.*). Pour autant, à la fin du programme les groupes A et B ont montré statistiquement une amélioration de ces points : Groupe A, tous les points sauf vie sexuelle et conditions de vie ont été améliorés. Groupe B, idem sauf longue distance, vie sexuelle et conditions de vie. La liberté de manger est ce qui impact le plus la QdV pour tous les groupes, ce qui est corroboré avec des études antérieures, ici il y a une amélioration dans les deux groupes testés. Les 2 groupes ont des résultats significativement meilleurs par rapport autres groupes dans les domaines suivants : activités de loisir, vie professionnelle, faire physiquement ; mais le Groupe A en comparaison aux autres a eu une amélioration plus rapide de ces critères. Au final l'ampleur de l'amélioration était plus élevée dans le groupe supervisé : 17 des 19 domaines ont montré une amélioration substantielle tandis que dans les groupes auto-déclarés 15 domaines ont montré une amélioration aussi élevée.

Les 2 groupes A & B ont rapporté moins d'impact sur "Faire physiquement" (de moins 45% et 22,5 % respectivement) alors que le groupe C a majoré ce critère sur la QdV.

Concernant l'AP avec du podomètre, elle a culminé à la 7^{ème} semaine dans les groupes A & B. Nous avons une augmentation significative du nombre de pas aussi bien par session que par jour dans les 2 groupes. Cette augmentation est accompagnée par la suite d'une amélioration de la QdV à 16 semaines d'étude.

Les auteurs concluent que l'entraînement supervisé a pu renforcer la sensibilisation à l'effort chez les participants et aussi les avoir aidés à maintenir leur activité quotidienne tout au long du protocole d'étude, contrairement au groupe B qui a réduit ses performances à la 10ème semaine.

Concernant l'impact financier du DT2 sur la vie du sujet : un tel impact sur le domaine des « soucis financiers » en Inde peut être attribué à la faiblesse du système de santé et à une couverture d'assurance médiocre. Les auteurs soulignent que des études antérieures ont montré l'impact négatif des médicaments sur la qualité de vie et la sur-médication peut également influencer sur le comportement de prise de médicaments, les dépenses et peut également conduire à des effets secondaires.

A travers cet essai le **facteur motivation** revient régulièrement pour l'observance et l'implication du sujet dans l'étude puisque l'abandon n'a été que de 12 %. Concernant les critères d'observance, ils retiennent notamment que la supervision par le physiothérapeute, le carnet de suivi et le podomètre permettent à des sujets « faiblement actifs » d'atteindre les étapes cibles sur la période de 16 semaines. Ces éléments ont sûrement eu un impact sur la motivation : la supervision est utile pour les étapes cibles à atteindre et le carnet avec le podomètre sont utiles pour l'émulation sur score. L'environnement supervisé peut avoir renforcé le sentiment de sensibilisation chez les participants et aussi les avoir aidés à maintenir leur activité standard tout au long du protocole d'étude.

L'effet positif secondaire de la motivation est l'amélioration de la QdV, les 2 facteurs sont donc liés. Les auteurs rappellent que les mesures de qualité de vie sont utilisées dans tous les domaines médicaux pour évaluer les résultats des soins de santé, en particulier dans les affections chroniques, où des problèmes de santé importants peuvent persister même après le traitement.

Les auteurs *Duclos & al.* rappellent que la motivation « règle l'engagement dans une expérience d'activité physique à long terme », elle est déterminée par la recherche d'expériences positives (volonté de réussir, sensation de plaisir, sentiment d'auto-efficacité) et par l'évitement d'expériences négatives.

Les auteurs *Thomas & al.* constatent aussi la difficulté à motiver les sujets en préconisant une augmentation progressive de l'AP de faible vers modérée, confirmée par l'essai *Yeater 1990*, qui ont individualisé la progression de l'intensité au cours de l'étude. Tout en ayant de bonnes conceptions et conformité de programme, ils ont eu des résultats sur le contrôle glycémique, l'aérobie mais aussi sur la qualité de vie. Ces bénéfices biologiques et systémiques sur la santé augmentent alors l'assiduité à l'exercice et la durabilité de l'intervention.

Enfin, un autre effet secondaire de la motivation réside dans l'imprégnation de l'AP sur le sujet, à distance de l'étude, soit l'efficacité à moyen terme. Les auteurs *Thomas & al.* rapportent que des ECR ont réalisé des suivis post-intervention pour évaluer le maintien de l'AP. Il en ressort que tous les participants ne maintiennent pas l'AP, ceux qui l'ont maintenue avaient eu une intensité progressive d'entraînement et qu'ils ont pu l'intégrer dans leur quotidien. Ils avaient de plus une consommation moindre de médicaments. Comme dans l'essai *Raz, 1994*, l'amélioration glycémique a été maintenue sur les 12 mois de suivi post-interventionnel pour ceux qui ont continué l'AP.

Néanmoins il y avait beaucoup de pertes dans le suivi. Cet essai est corroboré avec *Wing, 1998* qui sur la même période d'évaluation constate une diminution de la médication. Ils terminent en suggérant la réalisation d'essai avec une PEC longue (6-12 mois) qui permettraient d'intégrer davantage l'AP dans la vie de tous les jours. Il serait pour autant moins efficace sur la sensibilité insulínique comme nous l'avons abordé précédemment. Nous pouvons remarquer que sur l'ensemble des études choisies l'observance des sujets a été forte, logique puisque l'abandon mineur dans les ECR permet d'affirmer la valeur scientifique de ceux-ci. Mais de ce fait nous comprenons tout l'intérêt d'un protocole d'étude méthodique notamment avec un pré-test, une intensité progressive encadrée par professionnel avisé et des critères accessibles aux sujets permettant une efficacité de résultats.

Nous pouvons désormais étudier l'impact sur **les facteurs de co-morbidités** liés au diabète. Les auteurs *Duclos & al.* rappellent que sur les grandes études prospectives d'intervention ayant examiné ce point, la diminution moyenne d'HbA1c de -0,6 à -0,8% en rapport avec une AP régulière devrait diminuer les co-morbidités associées au DT2 dans les domaines suivants : tension cardiaque, dyslipidémie.

De plus, les auteurs *Thomas & al.* relèvent à travers un ECR de *Stratton (2000)* qu'une hausse de 1% de l'HbA1c représentent une hausse de 21% du risque de comorbidité, indépendamment du résultat défavorable par rapport à la valeur seuil. De fait toute réduction de l'HbA1c réduit les risques de comorbidités. L'impression des sujets confirme ce point puisque dans *Guglani & al.* l'item « souci futurs » lié au diabète peut nuire à la QdV par la crainte de développer des complications futures.

Enfin, **l'aspect financier** est abordé dans l'ECR français *Brun & al, 2008*. A partir d'un protocole de réentraînement standardisé au seuil ventilatoire, ils analysent sur un an la diminution des coûts de santé publique en regard du GT. Ainsi sur une APA de 30-45 minutes par séance, 2 fois par semaine, le coût global par patient atteint de DT2 simple (critères d'inclusion sélectifs), est diminué de 50% par rapport au GT, au regard des dépenses liées au nombre et à la durée d'hospitalisations, au nombre de consultations, au traitements et aux examens complémentaires réalisés. Nous pouvons constater que les auteurs *Rippe & al.* confirment aussi cela en globalisant que l'amélioration de la qualité de vie a des effets positifs sur les paramètres cliniques et sur les coûts de santé.

5 DISCUSSION

Dans cette partie nous synthétiserons en premier l'AP au regard de la pathologie. Puis nous interpréterons les résultats toujours selon les différents critères afin de synthétiser le sujet en 3^{ème} partie. Enfin nous étudierons les limites qu'ils nous sont apparues au cours du travail de fin d'étude.

5.1 Activité physique au regard du DT2

Selon l'activité physique, les besoins énergétiques sont délivrés auprès du muscle par une voie métabolique dépendant de l'intensité et de la durée de l'effort, ces mêmes caractéristiques déterminent aussi les substrats puisés par l'organisme. Ainsi au début d'un effort l'amorce musculaire fera intervenir le métabolisme anaérobie. Puis celui-ci se poursuivant avec une intensité faible à modérée, le métabolisme aérobie prend le relais sur un effort dit « endurant » faisant intervenir l'oxygène. Les substrats nécessaires seront le glucose, et les lipides, or ceux-ci nous intéressent particulièrement dans le diabète par leur présence en excès. L'oxydation de ces substrats est possible par l'oxygénation métabolique. Nous comprenons donc pourquoi elle est à favoriser durant l'effort et que le choix de l'intensité et de la durée est important.

Globalement l'intérêt principal métabolique de l'effort est l'amélioration de la sensibilisation musculaire à l'insuline, indépendamment des propriétés de cette hormone, sensibilisation qui perdure plusieurs heures après l'effort. Nous avons aussi des effets lipolytiques, des effets généraux sur le système cardio-respiratoire, cardio-vasculaire et musculaire. L'AP a donc des effets qui s'étendent au-delà du muscle squelettique.

5.2 Évaluation de la pertinence des résultats

Cette étude de méta-analyse et essais comparatifs met en évidence un potentiel majeur pour l'activité physique adaptée dans le traitement du diabète de type 2. Les **principales caractéristiques** d'entraînement au regard de la pathologie sont donc l'intérêt pour un exercice physique seul (non associé à une autre thérapeutique), encadré et supervisé (↘0,73 % sur l'HbA1c mode aérobie Vs ↘0,16 % pour les conseils seuls) et qu'il n'a pas d'effets néfastes prouvés. Ses caractéristiques les plus performantes sont : le mode aérobie (même si le mode en résistance a des bons résultats), une durée hebdomadaire ≥ 150 minutes (↘0,89 %), 3 séances hebdomadaires sur des jours non consécutifs de préférence, pour un protocole de PEC inférieur à 12 semaines (↘0,8 %).

Ces résultats correspondent en majorité aux recommandations récentes de l'*American Diabetes Association* qui préconisaient en 2011 au moins 150 minutes par semaine d'exercice aérobie d'intensité modérée et la réalisation d'exercices en résistance modérée 3 fois par semaines.

La littérature scientifique rapporte des résultats similaires avec les traitements médicamenteux à haute dose, sachant que les résultats avec ceux-ci s'estompent dans le temps, ce qui constitue une limite thérapeutique décrite par la *Société francophone du diabète*.

De plus celle-ci établit que l'APA, un procédé décrit pour la première fois en 1998, a des effets aigus (effet d'une session d'exercice) et des effets à distance de l'exercice lorsque ceux-ci sont répétées de façon régulière (effet de l'entraînement).

La description ainsi que l'intensité des exercices, dans l'entraînement en endurance et surtout en résistance est peu abordé (surtout avant 2009), généralement non décrit, même dans les protocoles d'entraînement d'essais contrôlés randomisés.

Le pré-test des ECR a une valeur méthodologique de sécurité dans la réalisation du protocole, comme l'**abandon** qui a des valeurs faibles (<20 %) aussi bien dans les groupes tests que les groupes contrôles, avec des raisons plutôt claires à savoir la motivation, l'hospitalisation. Cette valeur faible ne doit pas faire oublier que dans le cadre de la généralisation de la prescription d'APA, tout patient éligible à l'APA aura un risque d'abandon au cours de sa PEC.

Seuls les **conseils diététiques** (et non en association thérapeutique) ont été introduits dans les protocoles d'activité physique adaptée au sein de nos 3 méta-analyses. Les auteurs *Umpierre & al.* appuient son intérêt dans les améliorations des effets métaboliques, notamment en ce qui concerne la sensibilité insulinique (induite par la diminution de l'HbA1c) dans le cadre d'exercice physique. Ils ajoutent que la réduction du poids corporel est possible par l'adjonction de régimes hypocaloriques. *Duclos & al.* insistent sur le fait que l'activité physique ne fait pas maigrir.

D. Simon (2016) ajoute que **l'obésité** est statistiquement le facteur majeur favorisant l'apparition du DT2, décrite comme « *galopante* ». Le nombre de sujets avec un IMC ≥ 25 kg/m² est passé entre 1990 et 2013 de 857 millions à 2,1 milliards. En France, Les enquêtes *ObEpi (Enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité, 2012)* permettent d'évaluer la progression de l'obésité depuis 1997. Ces données montrent que, dans la population adulte française (≥ 18 ans), la prévalence de l'obésité (IMC ≥ 30 kg/m²) est passé de 8,5 % en 1997 à 15 % en 2012. L'auteur conclue par : « *L'obésité constitue l'élément intermédiaire entre mode de vie et DT2* ». Il y a donc une relation étroite entre la pathologie, l'obésité mais aussi le mode de vie.

Il nous paraît important de revenir sur la notion d'intensité d'effort, nous avons vu qu'elle n'était évaluable que par **VO2max** à travers les essais. De plus elle est nécessaire aux paramètre d'AP mis en place pour répondre aux capacités des patients. Dans le cadre d'entraînement aérobie ou mixte, les auteurs *Snowling & Hopkins* préconisent une intensité de 50-80 % de VO2max avec les meilleurs résultats à 75 %, sollicitant alors les voies aérobies majoritairement mais aussi anaérobies lactiques.

Ceci est confirmé par *Duclos & al.* puisque les valeurs seuils d'activité de 50-60 % de VO₂max correspondent à l'oxydation des lipides, permettant à la fois de prolonger un effort d'intensité modérée (substrats à forte valeur énergétique) et d'épuiser les valeurs excédentaires de l'organisme. Par ailleurs les auteurs *Thomas & al.* relèvent que les tests d'effort réalisés en amont ont permis d'établir le seuil aérobie/anaérobie (en % de VO₂max), chez le sujet sédentaire. Au-delà de 50-55% de VO₂max, ce sujet lors d'AP bascule dans l'effort en résistance ou anaérobie au détriment de l'effort en endurance ou aérobie.

Alors quel intervalle ou quelle valeur faut-il retenir ? Un intervalle de 50-60 % ou un seuil maximum de 75 % ?

Il n'y a en fait pour l'auteur *F.Pillar (2014)* pas de consensus, de valeur diagnostic, de but pronostic dans le seuil ventilatoire. Le seuil ne correspond pas à un point précis d'intensité d'exercice mais à un intervalle d'intensité d'exercice au-delà duquel nous pouvons identifier une inflexion du débit ventilatoire. Le pourcentage de VO₂max est donc corrélé au seuil ventilatoire. Comme ce test est individuel, le seuil l'est aussi, à travers l'épreuve d'effort. Le point de vue de l'auteur diverge des auteurs *Thomas & al.* cités précédemment, il semble qu'il y ait une distinction entre un raisonnement physiologique et statisticien d'autre part.

Concernant les **résultats sur la santé**, la difficulté a été de retenir des critères pertinents : qualité de vie, motivation, co-morbidité, dépenses de santé. La qualité de vie a ainsi une échelle, l'ADDQOL, elle est fiable car personnalisée et reconnue. Elle démontre que l'APA a un effet bénéfique sur la cadre de vie du sujet sur la majorité des 19 aspects sociaux/physiques/émotionnels de vie d'un diabétique. De plus la liberté de manger, critère le plus négatif dans la perception de la maladie en est amélioré, ce qui avait été confirmé antérieurement par *Collin & al. (2009)*.

Aussi la **supervision** du GC par un physiothérapeute montre des résultats légèrement supérieurs et plus rapidement atteints, soit une meilleure sensibilisation au protocole, avec une meilleure adhésion au protocole dans le temps.

Ce qui nous amène à la **motivation**. Elle est évaluée objectivement par les abandons lors des études. Or la minorité d'abandons au travers des essais, critère nécessaire pour la validation scientifique de l'étude, prouve la bonne construction des protocoles d'études. Outre l'encadrement, les éléments techniques (échelle de Borg, carnet personnel, podomètre...) permettant de relever la progression de l'AP constituent les critères d'émulation par score, facteurs de réussite. La progression dans l'intensité des exercices permet aussi de maintenir la motivation dans le temps (durant l'étude mais aussi à long terme ou imprégnation de l'AP dans la vie quotidienne). Puis, avec la progression, vient les bénéfices biologiques attendus (diminution de l'HbA1c) et systémiques (cardio-vasculaires, respiratoires, métaboliques) qui renforcent le sentiment de motivation.

Celle-ci, une fois ancrée par la recherche d'expériences positives, permet de pérenniser les actions entreprises en amont, surtout si le sujet n'est pas affecté par la chronicité de la maladie, avec la spirale du déconditionnement par exemple. Le critère d'inclusion précoce dans un protocole de sujets nouvellement diagnostiqués prend alors toute sa légitimité.

Concernant la **comorbidité** il apparaît très clairement que l'AP a un rôle stabilisateur tensionnel et lipidique. Et si elle limite les risques secondaires liés au diabète, elle permet aussi d'après *Brun & al.* de diminuer par deux les coûts globaux de santé par une PEC encadrée et dirigée.

Ces mêmes auteurs dans leur publication de 2008 appuient de même le rôle stabilisateur de l'AP en précisant qu'avec les recommandations de la HAS de 2007 d'époque pour une HbA1c < 7 %, les pratiques thérapeutiques nécessiteraient alors l'emploi de médicaments plus puissants (analogues d'insuline par exemple) et donc plus coûteux, impactant de fait la santé publique. De sorte qu'une réduction des posologies serait à l'évidence et de surcroît davantage bénéfique sur le plan des **coûts de santé publique**.

L'évaluation et la PEC du diabète « gras » posent aux participants mais aussi aux intervenants des **défis psychosociaux** qui ne peuvent être dissociés du réentraînement à l'effort. Améliorer le bien-être physique peut aussi conduire à une amélioration du bien-être psychologique et il est généralement admis que l'activité physique peut avoir des effets positifs sur l'humeur et l'anxiété. Le manque de bien-être auto-entretien le diabète, diminue l'adaptation à la maladie dans sa chronicisation. Aussi le manque de bien-être : limite le maintien de l'équilibre émotionnel après le diagnostic (perte de la santé en général, estime de soi), limite le traitement des plaintes physiques et des limitations fonctionnelles et entraîne l'étiquetage négatif (notion de stigmat), *Guglani & al, 2014*.

5.3 Contextualisation

Dans le cadre de la modernisation du parcours de soins opérée dans le texte de loi de santé par Marisol Touraine, ex-Ministre de la santé, sous l'initiative de Madame la députée Valérie Fourneyron, concernant des patients atteints d'une affection de longue durée : « le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient » (*Annexe 5*). Cette loi fait suite à l'amendement de 2012 des mêmes protagonistes, cité en introduction et que nous pouvons retrouver en *Annexe 1*.

Ainsi depuis que le décret est entré en vigueur au 1er mars 2017, les professionnels de santé ainsi que les titulaires d'un diplôme dans le domaine de l'APA peuvent mettre en place un suivi périodique pour dispenser cette activité. Le cadre reste encore théorique puisque le financement n'assure pas de remboursement prévu par ce décret ni de cotation spéciale, de fait la prise en charge incombe à ce jour soit au patient, soit aux mutuelles de santé, soit aux collectivités territoriales (municipalité, département, région...) qui prennent en charge les séances comme nous l'avons vu précédemment (*Vidal.fr, mars 2017*).

Au final nous retrouvons bien la volonté du pouvoir publique de moderniser les prises en charge conventionnelles des ALD par la promotion et le développement des activités physiques et sportives comme facteur de santé publique (*Plan national sport bien-être, 2013*), comme nous l'avions décrit en introduction. Il est bien précisé qu'il n'y a pas substitution mais complémentarité avec les prescriptions habituelles. Enfin pour les professionnels médicaux il s'agit dès lors de recenser et mettre à leur connaissance les offres d'APA.

Là réside un conflit d'intérêts à l'heure où nous écrivons ces lignes, à savoir : quels professionnels sont les plus qualifiés pour proposer la thérapeutique ?

L'opposition de points de vue réside entre les masseur-kinésithérapeutes et les enseignants d'APA qui argumentent l'un et l'autre sur leurs qualifications professionnelles appropriées à la PEC.

Nous tenons à rester impartial concernant ce sujet, en effet il n'y aucune prévalence d'un métier sur un autre dans un domaine où la demande de PEC sera majeure. Au regard des données épidémiologiques nous pouvons facilement envisager les besoins futurs à pourvoir. Actuellement il nous semble que le point essentiel réside dans l'application de la loi, avec la concertation pluri-professionnelle (MK et enseignant d'APA notamment).

Ce que nous pourrions relever, concernant le cadre de son exercice, l'enseignant d'APA a 4 composantes essentielles : proposer de l'AP « adaptée aux besoins spécifiques du public », développer différentes capacités de la personne par « la visée fondamentalement éducative », développer l'autonomie et la qualité de vie dans diverses conditions d'exercice soit celles qui font « entrer en mouvement » (*Référentiel de l'enseignant d'APA, 2016*).

Comparativement dans le domaine de l'AP, le MK est à même de « valoriser la gestualité, la fonctionnalité et l'activité physique ». Ce rôle éducatif vise à « favoriser la reprise d'une activité physique et professionnelle rapide et individualisée ». (*Référentiel de la profession, Ordre des MK, 2013*). Le rôle se rapproche de la prévention et non du traitement sauf que dans le cadre de prise en charge respiratoire ou cardio-vasculaire la rééducation de patient fait appels à l'AP, par la mise en place de traitement de manière autonome sous prescription médicale, dans un cadre pluri-professionnel.

Peut-être que la différence se situe au niveau du concept de « patient » ? Le terme n'apparaît pas dans le référentiel des enseignants d'APA, il s'agit de la « personne ». Il est abordé davantage la notion de « développement des capacités » que la notion de « réhabilitation à l'effort ».

De plus au cours de la formation, les étudiants APA ont la possibilité de valider un master Santé, qui leur permet de « développer des connaissances théoriques et pratiques servant de support à des interventions adaptées auprès de publics spécifiques ». Il s'agirait alors d'interroger la capacité de PEC selon l'état et la gravité de l'état du patient, notamment sur les capacités de surveillance tensionnelle, ventilatoires, etc.

Par ailleurs nous n'avons pas retrouvé de modification réglementaire des décrets de chaque profession en relation avec le nouveau décret, qui permettrait de définir un cadre thérapeutique d'APA. Ainsi dans les 2 professions nous pouvons observer l'absence de normes réglementaires, qui, si elles étaient définies, permettraient une meilleure définition du rôle de chacune et une synergie mutuelle des deux métiers.

5.4 Limites de de la revue

Les limites à notre sujet que nous pouvons identifier résident dans le relevé des résultats des méta analyses et ECR sélectionnés. En Effet, nous nous sommes aperçus que les 3 méta analyses avait en commun des ECR, ainsi même si nous n'avons pas additionné des résultats communs, ce qui aurait faussé les résultats, nous avons pour autant une multiplication de certains résultats. Lorsque nous citons 2 résultats de source différentes mais qui ont en commun le même ECR, ce résultat augmente la portée statistique. Ainsi nous avons retrouvé que sur les 93 différents ECR répertoriés, il y avait 36 doublons. Or sur ces résultats statistiques il n'y a jamais la liste des ECR concernés, nous pouvons donc souligner qu'il existe un biais statistique sur ce point.

Un autre biais avec le risque de biais de publication puisque la démarche a été d'affirmer les résultats positifs sur le sujet. En effet il est statistiquement établi que les études à fort potentiel de publication sont celles démontrant des résultats positifs d'une thérapeutique, et non celles qui démontrent l'absence d'effet, voire inversement l'effet délétère.

Toujours sur l'aspect méthodologique, il nous été difficile de récolter des sources récentes, même dans les 3 méta analyses puisque les dates de publication des ECR s'étendent de 1982 à 2010. Enfin au regard de notre profession il nous a été très difficile de trouver de la littérature répondant à nos critères d'inclusion, sûrement par l'aspect précurseur du sujet. Même si nous nous sommes aperçus qu'en l'espace d'un an le sujet avait déjà été analysé d'un point de vue médical, aucune relation ne semble avoir été faite avec la physiothérapie. Il serait sûrement intéressant d'approfondir ce point pour des avancées à validation scientifique.

Une autre limite réside dans l'application de la thérapeutique. D'une part sur les protocoles d'entraînement où nous n'avons pu référencer les recommandations dans ce travail. Cependant, l'expertise de la profession MK lui permet sûrement de développer ce point de manière scientifique (par les connaissances) et de manière autonome (décret de compétences). D'autre part sur la réglementation avec les critères professionnels d'intervention, l'officialisation de ce point dans un futur proche apaisera sûrement tout conflit d'intérêts au regard de la PEC.

6 CONCLUSION

De manière générale, cette revue de littérature permet de tirer une conclusion scientifique plutôt bien étayée avec différents résultats précédemment mis en évidence. La méthodologie maîtrisée, reproductible internationalement (Société Cochrane) donne à ces études une validité scientifique qui nous permet de s'appuyer sur celle-ci. Ainsi il nous est permis d'affirmer que l'activité physique adaptée a un réel potentiel sur le patient atteint de diabète type 2, dans la spécificité de la maladie, mais aussi dans la globalité. En cela, si elle est pratiquée avec un cadre pluri-professionnel et avec un protocole adapté à chaque sujet, cette thérapeutique non médicamenteuse peut pallier l'évolution vers la chronicisation avec des durées de pris en charge relativement courtes. Elle nécessite l'emploi de personnels de santé qualifiés dont les compétences professionnelles ne sont pas encore complètement définies.

Ainsi ses limites thérapeutiques sont la motivation et les modes de vie sédentaire, et rejoignent les préoccupations actuelles de santé publique (sédentarité, inactivité et obésité), en relation avec les préoccupations mondiales sur le syndrome métabolique.

Mais le caractère précoce de la pris en charge permet de faire face à ces enjeux complexes et aux dimensions multiples, avec un résultat majeur dès le départ. Comme l'avait écrit *Haskel* en 1994 : « *Toute augmentation de l'activité physique entraîne un bénéfice supplémentaire pour la santé. L'effet additionnel sera maximal chez les personnes qui jusqu'alors étaient presque ou totalement sédentaires.* »

Personnellement ce travail m'a permis de développer certaines facultés nécessaires au travail de recherche. Il m'a demandé une rigueur dans la classification et l'analyse des articles lus. Il fallu tout d'abord acquérir la méthodologie tout en maîtrisant correctement la langue anglaise pour s'assurer de rester fidèle aux critères de sélection. Ensuite la synthèse des résultats nécessita de définir un cadre de recherche pour recueillir une sélection d'informations, non pléthoriques et donc utiles. Enfin la définition d'une hypothèse ainsi que d'une problématique m'a permis d'envisager une ligne directrice tout au long de cet exercice. Les modifications de cadre ne furent pas nécessaires tout au long de la rédaction, la difficulté résida davantage dans l'application de la thérapeutique à un cadre professionnel (le nôtre) encore conceptuel. Au final, l'actualité et la législation me permirent progressivement d'envisager une concrétisation de mon travail dans un futur proche. Ce fut aussi l'opportunité pour être en relation avec différents professionnels, afin d'échanger sur les difficultés à son application ainsi que sur le rôle du masseur-kinésithérapeute pour demain.

Ce travail de fin d'étude me fait prendre conscience de l'intérêt porté à la promotion de la masso-kinésithérapie à travers ses différents champs de pratiques et de compétences. Historiquement jeune, cette profession fait face à la complexité de s'affirmer scientifiquement (par la publication d'articles scientifiques faisant appel aux règles actuelles de validation internationale) ; et de se prononcer sur les nouvelles thérapeutiques apparaissant avec la modernisation du système de santé.

7 BIBLIOGRAPHIE

Activité physique, un effet bénéfique sur la santé. (2009, mars). Consulté 15 novembre 2016, à l'adresse <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/dossiers-d-information/activite-physique>

Affections de longue durée : prescription d'une « activité physique adaptée » possible à partir de mars 2017. (s. d.). Consulté 8 mai 2017, à l'adresse https://www.vidal.fr/actualites/20647/affections_de_longue_duree_prescription_d_une_activite_physique_adaptee_possible_a_partir_de_mars_2017/

ameli.fr - Revue Médicale de l'Assurance Maladie 2002 n°4. (s. d.). Consulté 11 décembre 2016, à l'adresse <http://www.ameli.fr/l-assurance-maladie/statistiques-et-publications/sante-publique-pratiques-et-organisation-des-soins/les-articles-de-la-revue/revue-medicale-de-l-assurance-maladie-2002-n-4/cout-du-diabete-en-france.php>

Bonnet, C. D. ; F. P. ; P. D. ; J. G. ; P. (1999). Evidence-Based Medicine (EBM) [texte.guide ressources]. Consulté 5 février 2017, à l'adresse http://www.ebm.lib.ulg.ac.be/prostate/typ_etud.htm

Bradley, C., Todd, C., Gorton, T., Symonds, E., Martin, A., & Plowright, R. (1999). The development of an individualized questionnaire measure of perceived impact of diabetes on quality of life: the ADDQoL. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 8(1-2), 79-91.

Brun, J.-F., Bordenave, S., Ghanassia, E., Picot, M.-C., Jaussent, A., Mercier, J., & Prefaut, C. (2008). Le réentraînement à l'activité physique dans le diabète de type 2 réduit les dépenses de santé : résultats d'une étude prospective. *Science & Sports*, 23(3-4), 193-197. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2008.03.002>

CHAMPS DE COMPETENCES MK- Fédération Française des Masseurs Kinésithérapeutes Rééducateurs. (s. d.). Consulté 11 novembre 2016, à l'adresse <http://www.ffmkr.org/pratique-professionnelle/exercice-liberal/exercice-professionnel-ref232/champs-de-competence-du-mk#ancre2>

Church, T. S., Blair, S. N., Cocreham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., ... Earnest, C. P. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 304(20), 2253-2262. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1710>

Ciangura, C. (2011). Activité physique dans le diabète de type 2. <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/traites/tm/tm-51168/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/301726/resultatrecherche/1>

Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... American Diabetes Association. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care*, 33(12), 2692-2696. <https://doi.org/10.2337/dc10-1548>

Collins, M. M., O'Sullivan, T., Harkins, V., & Perry, I. J. (2009). Quality of life and quality of care in patients with diabetes experiencing different models of care. *Diabetes Care*, 32(4), 603-605. <https://doi.org/10.2337/dc08-1169>

Darmon, P. (2014). HbA1c : attention aux pièges | Société Francophone du Diabète. Consulté 3 février 2017, à l'adresse <http://www.sfdiabete.org/mediatheque/kiosque/articles-qdm/hba1c-attention-aux-pieges>

de Santé, H. A. (2013). Stratégie médicamenteuse du contrôle glycémique du diabète de type 2. *Recommandation de bonne pratique*.

Debaty, I., Baudrant, M., Benhamou, P.-Y., & Halimi, S. (2008). Évaluation de la qualité de vie en éducation thérapeutique du patient diabétique : intérêts et limites des échelles de mesure standardisées. </data/revues/19572557/00020003/291/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-consulte.com/en/article/168642>

Décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée, 2016-1990 § (2016).

Décret n°96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute, 96-879 § (1996).

Duclos, M., Duché, P., Guezennec, C.-Y., Richard, R., Rivière, D., & Vidalin, H. (2010). Position de consensus: activité physique et obésité chez l'enfant et chez l'adulte. <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/revues/07651597/v25i4/S0765159710000572/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/267411/resultatrecherche/2>

Duclos, M., Oppert, J.-M., Vergès, B., Coliche, V., Gautier, J.-F., Guezennec, C.-Y., ... Strauch, G. (2012). Activité physique et diabète de type 2. <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/revues/19572557/00060001/80/>. Consulté à

l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/695227/resultatrecherche/1>

Espérance de vie - Mortalité—Tableaux de l'Économie Française - Édition 2016 | Insee. (s. d.). Consulté 27 janvier 2017, à l'adresse <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1906668?sommaire=1906743&q=esp%C3%A9rance+de+vie>

Évaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg - Article de revue - INRS. (2014, septembre). Consulté 5 février 2017, à l'adresse <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TM%2033>

Fourneyron, V. (s. d.-a). Les députés disent oui au « sport sur ordonnance ». Consulté 10 septembre 2016, à l'adresse <http://www.valerie-fourneyron.fr/actualites/les-deputes-disent-oui-au-sport-sur-ordonnance.html>

Fourneyron, V. (s. d.-b). Sport sur ordonnance : la concertation pour les décrets d'application a débuté. Consulté 12 novembre 2016, à l'adresse <http://www.valerie-fourneyron.fr/actualites/sport-sur-ordonnance-la-concertation-pour-les-decrets-dapplication-a-debute.html>

George Alberti, Jonathan Shaw, & Paul Zimmet. (s. d.). Nouvelle définition globale du syndrome métabolique : raisonnement et résultats. Consulté 26 janvier 2017, à l'adresse <http://www.idf.org/diabetesvoice/articles/nouvelle-definition-globale-du-syndrome-metabolique-raisonnement-et-resultats?language=fr>

Guglani, R., Shenoy, S., & Sandhu, J. S. (2014). Effect of progressive pedometer based walking intervention on quality of life and general well being among patients with type 2 diabetes. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 13(1), 110. <https://doi.org/10.1186/s40200-014-0110-5>

Haute Autorité de Santé - Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux. (2013, Avril). Consulté 2 février 2017, à l'adresse http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux

Haute Autorité de Santé - Prévention et dépistage du diabète de type 2 et des maladies liées au diabète. (2014, octobre). Consulté 17 novembre 2016, à l'adresse http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_2012494/fr/prevention-et-depistage-du-diabete-de-type-2-et-des-maladies-liees-au-diabete

Hutzier, Y. (s. d.). L'activité physique adaptée et le sport en réadaptation | Encyclopédie internationale multilingue de la réadaptation. Consulté 13 novembre 2016, à l'adresse <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/fr/article/12/>

Inpes - Le diabète, maladie chronique en pleine expansion OK. (2011, novembre 14). Consulté 11 novembre 2016, à l'adresse <http://inpes.santepubliquefrance.fr/30000/actus2011/032.asp>

INSERM. (2008). Activité physique : Contextes et effets sur la santé. Consulté 5 février 2017, à l'adresse <http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/80>

Jean-Pierre Gruet, J.-P. (2017, septembre 2). Ka - Sport Santé : Une opportunité unique pour la profession. Consulté 24 février 2017, à l'adresse <http://www.kineactu.com/article/9470-sport-sante-br-une-opportunite-unique-pour-la-profession>

Kantar Health. (s. d.). ObEpi-Roche 2012 : enquête nationale sur l'obésité et le surpoids. Consulté 8 janvier 2017, à l'adresse <http://www.roche.fr/innovation-recherche-medicale/decouverte-scientifique-medicale/cardio-metabolisme/enquete-nationale-obepi-2012.html>

Korsia-Meffre, S. (s. d.). Le sport santé sur ordonnance, une thérapeutique plébiscitée par les médecins généralistes. Consulté 12 novembre 2016, à l'adresse https://www.vidal.fr/actualites/18605/le_sport_sante_sur_ordonnance_une_therapeutique_pl_ebiscitee_par_les_medecins_generalistes/

La lecture critique des méta-analyses. (s. d.). Consulté 29 janvier 2017, à l'adresse <http://www.spc.univ-lyon1.fr/lecture-critique/metaanalyse/texte2.htm>

La loi de santé. (2016, Mise à jour le juin). Consulté 12 novembre 2016, à l'adresse <http://www.gouvernement.fr/action/la-loi-de-sante>

L'activité physique comme moyen de traitement du diabète de type 2 : l'aspect concret et interventionnel. (2008). <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/revues/00034266/0065SUP1/IS52/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/76317/resultatrecherche/1>

Le référentiel de la profession. (2013). Consulté 8 février 2017, à l'adresse <http://www.ordremk.fr/2012/12/14/le-referentiel-du-masseur-kinesitherapeute-et-du-masseur-kinesitherapeute-osteopathe/>

Masseurs-kinesithérapeutes et intervenants en activité physique adaptée – Quelles compétences respectives ? Quels domaines d'activité ? (s. d.). Consulté 13 novembre 2016, à

l'adresse <http://rhone.ordremk.fr/2013/02/05/masseurs-kine%cc%81sithe%cc%81rapeutes-et-intervenants-en-activite%cc%81-physique-adapte%cc%81e-quelles-compe%cc%81tences-respectives-quels-domaines-dactivite%cc%81/>

Ostini, R., Dower, J., & Donald, M. (2012). The Audit of Diabetes-Dependent Quality of Life 19 (ADDQoL): feasibility, reliability and validity in a population-based sample of Australian adults. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 21(8), 1471-1477. <https://doi.org/10.1007/s11136-011-0043-0>

Patricia FISCHER-GHANASSIA. (s. d.). *Endocrinologie diabétologie nutrition*. Consulté à l'adresse http://www.unitheque.com/Livre/vernazobres_grego/iKB/Endocrinologie_diabetologie_nutrition-83433.html

Pillard, F. (2014). Le seuil ventilatoire : les usages. <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/revues/18771203/v6i3/S1877120314705567/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/937446/resultatrecherche/4>

Plan national sport santé bien-être. (2013, juillet). Consulté 8 mars 2017, à l'adresse <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sante-bien-etre/Plan-national-sport-sante-et-bien-etre/article/Plan-national-sport-sante-et-bien-etre>

Prescription d'activités physiques adaptées à des patients en ALD. (2017, janvier 6). Consulté 3 février 2017, à l'adresse <http://www.ordremk.fr/2017/01/06/prescription-dactivites-physiques-adaptees-a-des-patients-en-ald/>

Riou-Millio, S. (s. d.). Un "Vidal" du sport pour aider les médecins à prescrire une activité physique. Consulté 10 novembre 2016, à l'adresse http://www.sciencesetavenir.fr/sante/un-vidal-du-sport-pour-aider-les-medecins-a-prescrire-une-activite-physique_29599

Rippe, J. M., Price, J. M., Hess, S. A., Kline, G., DeMers, K. A., Damitz, S., ... Freedson, P. (1998). Improved psychological well-being, quality of life, and health practices in moderately overweight women participating in a 12-week structured weight loss program. *Obesity Research*, 6(3), 208-218.

Séance du 29 septembre 2015 (compte rendu intégral des débats Sport sur ordonnance). (s. d.). Consulté 12 novembre 2016, à l'adresse <http://www.senat.fr/seances/s201509/s20150929/s20150929004.html>

SFD. (s. d.). Chiffres clés | Société Francophone du Diabète. Consulté 11 novembre 2016, à l'adresse <http://www.sfdiabete.org/presse/chiffres-cles>

Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boulé, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., ... Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 147(6), 357-369.

Simon, D. (2016). Épidémiologie du diabète. <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/data/traites/gn/10-51211/>. Consulté à l'adresse <http://www.em-premium.com.docelec.univ-lyon1.fr/article/1077938/resultatrecherche/2>

Snowling, N. J., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*, 29(11), 2518-2527. <https://doi.org/10.2337/dc06-1317>

Standards of Medical Care in Diabetes—2011. (2011). *Diabetes Care*, 34(Suppl 1), S11-S61. <https://doi.org/10.2337/dc11-S011>

Thomas, D. E., Elliott, E. J., & Naughton, G. A. (2009). Exercise for type 2 diabetes mellitus. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD002968. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002968.pub2>

Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J., ... Schaan, B. D. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 305(17), 1790-1799. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.576>

Unick, J. L., Gaussoin, S., Bahnson, J., Crow, R., Curtis, J., Killean, T., ... Jakicic, J. M. (2014). Validity of Ratings of Perceived Exertion in Patients with Type 2 Diabetes. *Journal of novel physiotherapy and physical rehabilitation*, 1(1). Consulté à l'adresse <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4255703/>

Vergnault, M. (s. d.). Le référentiel métier de l'enseignant en Activité Physique Adaptée (version mai 2016) / Les articles / Actualités | SFP-APA. Consulté 11 novembre 2016, à l'adresse <https://www.sfp-apa.fr/actualites/les-articles/referentiel-metier-enseignant-apa.html>

Zimmet, P. (2010). Nauru and Mauritius: barometers of a global diabetes epidemic. *J Med Sci*, 3(2), 78-81.

(INSERM, 2008)(Ciangura, 2011)(Martine Duclos et al., 2012)(« Activité physique, un effet bénéfique sur la santé », 2009)(« Affections de longue durée », s. d.)(« ameli.fr - Revue Médicale de l'Assurance Maladie 2002 n°4 », s. d.)(« CHAMPS DE COMPETENCES MK- Fédération Française des Masseurs Kinésithérapeutes Rééducateurs », s. d.)(SFD, s. d.)(Décret n°96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute, 1996)(Décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée, 2016)(Guglani, Shenoy, & Sandhu, 2014)(Church et al., 2010)(Sigal et al., 2007)(Snowling & Hopkins, 2006)(Patricia FISCHER-GHANASSIA, s. d.)(Simon, 2016)é(« Espérance de vie - Mortalité—Tableaux de l'Économie Française - Édition 2016 | Insee », s. d.)(Debaty, Baudrant, Benhamou, & Halimi, 2008)(« Évaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg - Article de revue - INRS », 2014)(Bonnet, 1999)(Thomas, Elliott, & Naughton, 2009)(Colberg et al., 2010)(« Haute Autorité de Santé - Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux », 2013)(« Haute Autorité de Santé - Prévention et dépistage du diabète de type 2 et des maladies liées au diabète », 2014)(Darmon, 2014)(Rippe et al., 1998)(« Inpes - Le diabète, maladie chronique en pleine expansion OK », 2011)(Jean-Pierre Gruest, 2017)(Hutzier, s. d.)(« L'activité physique comme moyen de traitement du

diabète de type 2 », 2008)(« La lecture critique des méta-analyses », s. d.)(« La loi de santé », 2016)(Brun et al., 2008)(« Le référentiel de la profession. », 2013)(Vergnault, s. d.)(Fourneyron, s. d.-a)(Pillard, 2014)(Korsia-Meffre, s. d.)(« Masseurs-kinesithérapeutes et intervenants en activité physique adaptée – Quelles compétences respectives ? », s. d.)(Zimmet, 2010)(George Alberti, Jonathan Shaw, & Paul Zimmet, s. d.)(Kantar Health, s. d.)(Umpierre et al., 2011)(« Plan national sport santé bien-être », 2013)(M. Duclos et al., 2010)(« Prescription d'activités physiques adaptées à des patients en ALD », 2017)(Collins, O'Sullivan, Harkins, & Perry, 2009)(« Séance du 29 septembre 2015 (compte rendu intégral des débats Sport sur ordonnance) », s. d.)(Fourneyron, s. d.-b)(« Standards of Medical Care in Diabetes—2011 », 2011)(de Santé, 2013)(Ostini, Dower, & Donald, 2012)(Bradley et al., 1999)(Riou-Millio, s. d.)(Unick et al., 2014)

8 ANNEXES

8.1 Amendement N° 917 du 27 mars 2015 à l'article 35 du code de santé publique

8.2 Décret n°96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute

8.3 Échelle ADDQoL « The audit of diabetes-dependant quality of life », 1999, *Bradley & al.*

8.4 Échelle RPE de Borg

8.5 Décret no 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'APA

8.6 Tableau résultats AP sur la maladie

8.7 Tableau résultats AP sur la santé

8.1 Amendement N° 917 du 27 mars 2015 à l'article 35 du code de santé publique

APRÈS ART. 35

N° 917

ASSEMBLÉE NATIONALE

27 mars 2015

SANTÉ - (N° 2673)

Commission	
Gouvernement	

Adopté

AMENDEMENT

N° 917

présenté par

Mme Fourneyron, Mme Bourguignon, M. Deguilhem et M. Juanico

ARTICLE ADDITIONNEL

APRÈS L'ARTICLE 35, insérer l'article suivant:

Après l'article L. 1142-29 du code de la santé publique, il est inséré un article L. 1142-30 ainsi rédigé :

« *Art. 1142-30.* – Dans le cadre du parcours de soins des patients atteints d'une maladie de longue durée, le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient.

« Les activités physiques adaptées sont dispensées par des organismes soumis aux dispositions du code du sport et labellisés par l'Agence régionale de santé et par les services de l'État compétents, dans des conditions prévues par décret.

« Une formation à la prescription d'une activité physique adaptée est dispensée dans le cadre des études médicales et paramédicales ».

EXPOSÉ SOMMAIRE

Dans un rapport d'avril 2011, La Haute Autorité de Santé constatait que la France accusait un retard certain dans le développement des thérapeutiques non médicamenteuses, qui ont fait ailleurs la preuve de leur efficacité en complément des traitements conventionnels pour les maladies graves et même parfois en substitution pour des affections plus légères. Tel est le cas en particulier de la prescription d'activités physiques adaptées (APA) pour les patients en cours de traitement ou en phase de consolidation ou de rémission.

Les résultats obtenus établis par des études scientifiques sont éloquentes. Dans le cadre du traitement du cancer du sein, ces activités permettent de contrebalancer la toxicité du traitement principal et la

1/2

Fait suite à la communication de Mesdames Touraine et Fourneyron sur la promotion et le développement de la pratique des activités physiques et sportives comme facteur de santé publique, présentée au conseil des ministres le 10 octobre 2012.

8.2 Décret n°96-879 du 8 octobre 1996 relatif aux actes professionnels et à l'exercice de la profession de masseur-kinésithérapeute

Article 4 (abrogé au 8 août 2004)

Abrogé par [Décret 2004-802 2004-07-29 art. 5 A JORF 8 août 2004](#)

On entend par gymnastique médicale la réalisation et la surveillance des actes à visée de rééducation neuromusculaire, corrective ou compensatrice, effectués dans un but thérapeutique ou préventif afin d'éviter la survenue ou l'aggravation d'une affection. Le masseur-kinésithérapeute utilise à cette fin des postures et des actes de mobilisation articulaire passive, active, active aidée ou contre résistance, à l'exception des techniques ergothérapeutiques.

Article 5 (abrogé au 8 août 2004)

Abrogé par [Décret 2004-802 2004-07-29 art. 5 A JORF 8 août 2004](#)

Sur prescription médicale, le masseur-kinésithérapeute est habilité à participer aux traitements de rééducation suivants :

a) Rééducation concernant un système ou un appareil :

- rééducation orthopédique ;
- rééducation neurologique ;
- rééducation des affections traumatiques ou non de l'appareil locomoteur ;
- rééducation respiratoire ;
- rééducation cardio-vasculaire, sous réserve des dispositions de l'article 8 ;
- rééducation des troubles trophiques vasculaires et lymphatiques ;

b) Rééducation concernant des séquelles :

- rééducation de l'amputé, appareillé ou non ;
- rééducation abdominale, y compris du post-partum à compter de l'examen postnatal ;
- rééducation périnéo-sphinctérienne dans les domaines urologique, gynécologique et proctologique, y compris du post-partum à compter du quatre-vingt-dixième jour après l'accouchement ;
- rééducation des brûlés ;

- rééducation cutanée ;

c) Rééducation d'une fonction particulière :

- rééducation de la mobilité faciale et de la mastication ;

- rééducation de la déglutition ;

- rééducation des troubles de l'équilibre.

8.3 Échelle ADDQoL « The audit of diabetes-dependant quality of life », 1999, *Bradley & al.*

Nom :

I. Questionnaire de qualité de vie – DQOL – Profil Satisfaction

Instructions : Lisez attentivement chacune des questions suivantes. Pour chacune d'entre elles, indiquez votre degré de satisfaction. Ne cochez qu'une seule case par question. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Ce qui nous intéresse, c'est votre opinion.

En ce qui concerne votre diabète :

	SATISFAIT(E)			INSATISFAIT(E)	
	Très	Moyenne ment	Ni l'un ni l'autre	Moyenneme nt	Très
A1 - Etes-vous satisfait(e) du temps que vous passez à traiter votre diabète ?	1	2	3	4	5
A2 - Etes-vous satisfait(e) du temps que vous passez à faire des bilans de santé ?	1	2	3	4	5
A3 - Etes-vous satisfait(e) du temps que vous passez à déterminer votre glycémie ?	1	2	3	4	5
A4 - Etes-vous satisfait(e) du traitement que vous suivez actuellement ?	1	2	3	4	5
A5 - Etes-vous satisfait(e) de la souplesse de votre régime alimentaire ?	1	2	3	4	5

Concernant le travail (ou l'école) :

	SATISFAIT(E)			INSATISFAIT(E)	
	Très	Moyenne ment	Ni l'un ni l'autre	Moyenneme nt	Très
A8 - Etes-vous satisfait(e) de votre performance professionnelle (ou de vos résultats scolaires) ?	1	2	3	4	5
A9 - Etes-vous satisfait(e) de vos interactions avec vos collègues (ou de la façon dont vous traitent vos camarades de classe) ?	1	2	3	4	5

	SATISFAIT(E)			INSATISFAIT(E)	
	Très	Moyenne ment	Ni l'un ni l'autre	Moyenne ment	Très
A11 - Etes-vous satisfait(e) de votre sommeil ?	1	2	3	4	5
A12 - Etes-vous satisfait(e) des relations que vous avez avec vos amis et les autres ?	1	2	3	4	5
A13 - Etes-vous satisfait(e) de votre vie sexuelle ?	1	2	3	4	5
A14 - Etes-vous satisfait(e) de votre travail, de vos études et de vos activités domestiques ?	1	2	3	4	5
A15 - Etes-vous satisfait(e) de l'apparence de votre corps ?	1	2	3	4	5
A16 - Etes-vous satisfait(e) du temps que vous passez à faire de l'exercice physique ?	1	2	3	4	5
A17 - Etes-vous satisfait(e) de temps que vous consacrez à vos loisirs ?	1	2	3	4	5
A18 - Etes-vous satisfait(e) de votre vie en général ?	1	2	3	4	5

A19 – Par rapport au personne de votre âge, pensez-vous que votre santé est : 1 Excellente 2 Bonne 3 Médiocre 4 Mauvaise

II. Questionnaire de qualité de vie – Duke – Profil de Santé

	Oui, c'est tout à fait mon cas	C'est à peu près mon cas	Non, ce n'est pas mon cas
C1 – Je me trouve bien comme je suis.	1	2	3
C2 – Je suis quelqu'un de facile à vivre.	1	2	3
C3 – Au fond, je suis bien portant	1	2	3
C4 – Je ne me décourage pas facilement.	1	2	3
C5 – J'arrive à me concentrer facilement.	1	2	3
C6 – Je suis content de ma vie de famille.	1	2	3
C7 – Je suis à l'aise avec les autres	1	2	3

Aujourd'hui

	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
C8 – Vous auriez du mal à monter un étage.	1	2	3
C9 – Vous auriez du mal à courir une centaine de mètres	1	2	3

Au cours des 8 derniers jours

	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
C10 – Vous avez eu des problèmes de sommeil.	1	2	3
C11 – Vous avez eu des douleurs quelque part.	1	2	3
C12 – Vous avez eu l'impression d'être vite fatigué(e).	1	2	3
C13 – vous avez été triste et déprimé(e).	1	2	3
C14 – Vous avez été tendu(e) ou nerveux(se).	1	2	3
C15 – Vous avez dû rester chez vous ou faire un séjour à l'hôpital pour raison de santé (maladie ou accident).	1	2	3
C16 – Vous avez rencontré des parents ou des amis (conversation, visite).	3	2	1
C17 – Vous avez eu des activités de groupe (réunions, activités religieuses, association...) ou de loisirs (cinéma, sport, soirées...).	3	2	1

Service Diabétologie – Hôpital Lariboisière – Juin 2014

8.4 Échelle RPE de Borg

L'échelle Rating of Perceived Exertion (1970) de Borg est l'évaluation subjective quantifiant l'astreinte perçue, en particulier celle de la charge physique de travail et de son évolution en fonction de sa durée ou de son environnement. Cette échelle est basée sur l'observation qu'au cours d'un exercice allant du repos à l'effort maximum, la FC moyenne d'un groupe de sujets jeunes et actifs varie de 60 à 200 bpm et suit une relation avec le RPE de la forme : $FC = 10 \times RPE$. Borg reconnaît que si cette équation est applicable à des populations, son utilisation au niveau individuel doit rester prudente. Les scores au RPE étant liés à la FC et à la consommation d'oxygène (VO_2), cette échelle est plutôt utilisée comme indicateur de charge physique générale.



A vertical list of numbers from 6 to 20, each followed by a French description of exertion level. The numbers are bolded. The descriptions are: 6 rien, 7 extrêmement faible, 8 très faible, 9 très faible, 10, 11 faible, 12, 13 un peu dur, 14, 15 dur, 16, 17 très dur, 18, 19 extrêmement dur, 20 effort maximal. A small blue square with the letter 'a' is at the bottom left of the list.

6	rien
7	extrêmement faible
8	très faible
9	très faible
10	
11	faible
12	
13	un peu dur
14	
15	dur
16	
17	très dur
18	
19	extrêmement dur
20	effort maximal

a

Rating of Perceived Exertion
(RPE, Borg-RPE-scale®,
[42])

8.5 Décret no 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'APA

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES ET DE LA SANTÉ

Décret n° 2016-1990 du 30 décembre 2016 relatif aux conditions de dispensation de l'activité physique adaptée prescrite par le médecin traitant à des patients atteints d'une affection de longue durée

NOR : AFSP1637993D

Publics concernés : *médecins, patients atteints d'une affection de longue durée.*

Objet : *activité physique adaptée.*

Entrée en vigueur : *le texte entre en vigueur le 1^{er} mars 2017.*

Notice : *l'article L. 1172-1 du code de la santé publique prévoit que, dans le cadre du parcours de soins des patients atteints d'une affection de longue durée, le médecin traitant peut prescrire une activité physique adaptée à la pathologie, aux capacités physiques et au risque médical du patient. Le décret précise les conditions dans lesquelles sont dispensées ces activités physiques adaptées et prévoit les modalités d'intervention et de restitution des informations au médecin traitant.*

Références : *le décret est pris pour l'application de l'article 144 de la loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé créant un article L. 1172-1 dans le code de la santé publique. Les dispositions du code de l'éducation, du code de la santé publique, du code du sport peuvent être consultées sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>).*

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre des affaires sociales et de la santé,

Vu le code de l'éducation, notamment son article L. 613-1 ;

Vu le code de la santé publique, notamment son article L. 1172-1 ;

Vu le code du sport, notamment ses articles L. 141-1, L. 212-3 et R. 212-2 ;

Vu l'avis du Haut Conseil des professions paramédicales du 20 décembre 2016,

Décrète :

Art. 1^{er}. – Le livre I^{er} de la première partie du code de la santé publique est complété par un titre VII ainsi rédigé :

« TITRE VII

« PRÉVENTION DES FACTEURS DE RISQUES POUR LA SANTÉ

« CHAPITRE II

« Prescription d'activité physique

« Art. D. 1172-1. – On entend par activité physique adaptée au sens de l'article L. 1172-1, la pratique dans un contexte d'activité du quotidien, de loisir, de sport ou d'exercices programmés, des mouvements corporels produits par les muscles squelettiques, basée sur les aptitudes et les motivations des personnes ayant des besoins spécifiques qui les empêchent de pratiquer dans des conditions ordinaires.

« La dispensation d'une activité physique adaptée a pour but de permettre à une personne d'adopter un mode de vie physiquement actif sur une base régulière afin de réduire les facteurs de risque et les limitations fonctionnelles liés à l'affection de longue durée dont elle est atteinte. Les techniques mobilisées relèvent d'activités physiques et sportives et se distinguent des actes de rééducation qui sont réservés aux professionnels de santé, dans le respect de leurs compétences.

« Art. D. 1172-2. – En accord avec le patient atteint d'une affection de longue durée, et au vu de sa pathologie, de ses capacités physiques et du risque médical qu'il présente, le médecin traitant peut lui prescrire une activité physique dispensée par l'un des intervenants suivants :

« 1^o Les professionnels de santé mentionnés aux articles L. 4321-1, L. 4331-1 et L. 4332-1 ;

« 2^o Les professionnels titulaires d'un diplôme dans le domaine de l'activité physique adaptée délivré selon les règles fixées à l'article L. 613-1 du code de l'éducation ;

ANNEXE 1

Annexe 11-7-1 : Compétences requises pour la validation des certifications fédérales à des fins d'encadrement des patients reconnus en affection de longue durée mentionnées à l'article D 1172-2

1. Être capable d'encourager l'adoption de comportements favorables à la santé.
2. Mettre en œuvre une évaluation initiale de la situation de la personne en incluant des évaluations fonctionnelles propres à la pratique physique envisagée, ainsi que l'identification des freins, des ressources individuelles et des capacités de la personne à s'engager dans une pratique autonome, par des entretiens et questionnaires spécifiques simples et validés.
3. Concevoir une séance d'activité physique en suscitant la participation et l'adhésion de la part du patient.
4. Mettre en œuvre un programme : Animer les séances d'activité physique et sportive ; évaluer la pratique et ses progrès ; soutenir la motivation du patient ; détecter les signes d'intolérance lors des séances et transmettre les informations pertinentes au prescripteur dans des délais adaptés à la situation.
5. Évaluer à moyen terme les bénéfices attendus du programme : établir un bilan simple et pertinent pour les prescripteurs et les personnes, établir un dialogue entre les acteurs selon une périodicité adaptée à l'interlocuteur.
6. Réagir face à un accident au cours de la pratique en mobilisant les connaissances et les compétences nécessaires à l'exécution conforme aux recommandations des gestes de premiers secours destinés à préserver l'intégrité physique d'une victime en attendant l'arrivée des secours organisés (attestation PSC-1)
7. Connaître les caractéristiques très générales des principales pathologies chroniques.

ANNEXE 2

Annexe 11-7-2 : Limitations classées comme sévères pour les patients porteurs d'affections de longue durée au regard des altérations fonctionnelles, sensorielles, cérébrales et du niveau de douleur ressentie mentionnée à l'article D. 1172-3

1. Fonctions locomotrices

- Fonction neuromusculaire : Altération de la motricité et du tonus affectant la gestuelle et l'activité au quotidien
- Fonction ostéoarticulaire : Altération d'amplitude sur plusieurs articulations, affectant la gestuelle et l'activité au quotidien
- Endurance à l'effort : Fatigue invalidante dès le moindre mouvement
- Force : Ne peut vaincre la résistance pour plusieurs groupes musculaires
- Marche : Distance parcourue inférieure à 150 m

2. Fonctions cérébrales

- Fonctions cognitives : Mauvaise stratégie pour un mauvais résultat, échec
- Fonctions langagières : Empêche toute compréhension ou expression
- Anxiété /Dépression : Présente des manifestations sévères d'anxiété et/ou de dépression

3. Fonctions sensorielles et douleur

- Capacité visuelle : Vision ne permettant pas la lecture ni l'écriture. Circulation seul impossible dans un environnement non familier
- Capacité sensitive : Stimulations sensibles non perçues, non localisées
- Capacité auditive : Surdité profonde
- Capacités proprioceptives : Déséquilibres sans rééquilibrage. Chutes fréquentes lors des activités au quotidien
- Douleur : Douleur constante avec ou sans activité

8.6 Tableau résultats de l'AP sur la maladie

Caractéristiques de l'entraînement au regard de l'HbA1c	Méta-analyse Snowling & Hopkins - Novembre 2006 - 27 ECR - 1003 sujets	Méta-analyse Thomas & al. - 2009 - 14 ECR sélectionnés – 377 sujets	Méta-analyse Umpierre & al. - 2011 - 47 ECR - 8538 sujets
	comparer effet de l'entraînement en aérobic, pour l'entraînement en résistance et pour l'entraînement combiné Vs. Sans exercice chez les personnes atteintes de DT2	comparer tout type d'exercices en aérobic, santé physique ou exercice progressif en résistance Vs. sans exercice chez les personnes atteintes de DT2	comparer les associations de mode d'entraînement structuré (aérobic, résistance ou les deux) Vs. les conseils sur l'activité physique avec ou sans conseils alimentaires
Durée d'études	1-26 mois	2-12 mois. Minimum 1 mois pour évaluer la masse corporelle	Mini 3 mois pour évaluer la formation d'exos structurés ou des conseils d'AP
Âge moyen	55 ans	60 ans	60 ans
HbA1c de référence	8,6 +/- 1,3%		
Durée du DT2	4,9 ans		
Mode			
Non déterminé, en structure		∇ 0,6% (intervalle de confiance 95%, IC 95% - 0,9 à -0,3. p < 0,05)	∇0,67 % (IC 95 % -0,84 à -0,49)
Entraînement physique structuré Endurance	∇0,7 % (-1 à -0,4)		∇0,73 % (IC 95 % -1,06 à -0,40)
Entraînement physique structuré Résistance	∇0,5 % (-1 à -0,1)		∇0,57 % (IC 95 % -1,1 à -0,01)
Entraînement physique structuré Combiné	∇0,8 % (-1,3 à -0,2)		∇0,51 % (IC 95 % -0,79 à -0,23)
Conseils d'entraînement + Conseils diététiques	"plusieurs petits avantages" (13 ECR)	"Léger effet synergic" (9ECR)	∇0,58 % (IC 95% -0,74 à -0,43) (12 ECR)
Conseils d'exercice			∇0,16 % (IC 95 % -0,50 à -0,18)
Effets néphastes de l'entraînement	"Peu clairs ou insignifiants"		"pas de d'effets significativement prouvés"
Durées thérapeutiques			
> ou égales à 12 semaines	-0,40%		
< ou égales à 12 semaines	-0,80%	∇0,8 % (IC 95 % -1,2 à -0,4)	
Durée par séance			
>150 minutes			-0,89%
<150 minutes			-0,36%
Intensité		Exercice resistance progressive (dunstan 1998) ou exercice aerobie modérée (Baldi Mourier Raz Wing Yeater 1990 à 2003)	

<u>Fréquence hebdomadaire: nombre de séances par semaine</u>	3 à 7 par semaines, 3 majoritairement	3 séances /sem sur des jours non consécutifs dans majorité des études	2 à 5 parsemaine , majoritairement 3
<u>Variation du poids (Kg)</u>	∇15 % de graisse abdominale	10 ECR l'ont évaluée et ne rapportent pas de diminution du poids du corps entre le GC et Le GT. Mais dans 2 études importante diminution du tissu adipeux viscéral	Aérobie: -1,5 % Poids de corps (IC 95 % -2,1 à -1,0)
			Resistance: +0,5 % (IC 95 % -0,3 à 1,4)
			Les 2 combinés: -5,1 % (IC 95 % -7,6 à -2,5)
<u>Abandon</u>	"faible" résultats non synthétisés	8 ECR non 16ECR oui non chiffré 2 ECR oui à 11,5%	<20%

8.7 Tableau résultats de l'AP sur la santé

	Méta-analyse Thomas & al. - 2009 - 14 ECR sélectionnés – 377 sujets	ECR Guglani & al. - 2014- 102 sujets	ECR Brun & al. - 2008 - 35 sujets
Objectif	comparer tout type d'exercices en aérobie, santé physique ou exercice progressif en résistance Vs. sans exercice chez les personnes atteintes de DT2	Déterminer l'influence de l'AP sur la qualité de vie via échelle ADDQoL et podomètre selon 3 groupes: A= AP+podom. supervisé B= AP+podom. autodéclarée C= GC avec conseils variés Pas d'ajout diététique	Quantifier l'impact sur les dépenses de santé d'une prescription réaliste d'activité physique dans le diabète de type 2.
Durée d'étude	2-12 mois. Minimum 1 mois pour évaluer la masse corporelle	4 mois	1 an
Âge moyen	55 ans	61 ans	59,7 ± 2 ans
Durée du DT2	5 ans		10,3 +/- 1,7 ans
Caractéristiques AP		Gpe A= 4000 pas / 30-40 min de session d'AP sous supervision physiothérapeute Gpe B= port du podoM du matin au coucher durant 5j./sem. Gpe C= encourager à marcher	initiée en milieu hospitalier puis à domicile, 30-45 min. 2 fois/sem., après un mois d'éducaiton
Intensité		Gpe A=graduelle avec échelle Borg (RPE en anglais) pour intensité au niveau 12-14 = intensité modérée pour être au SV ou FC cible Gpe B= consigne de 10000 pas/j. sans considération d'intensité ou de durée	Programme de réentrainement au Seuil ventilatoire ("Vt" ou SV)
Abandon			12%
Amélioration de la QdV	Pas de différence dans l'étude Tessier (2000)	Gpe A: tous les points sauf vie sexuelle et conditions de vie ont été améliorés Gpe B: idem sauf longue distance, vie sexuelle et conditions de vie Globalement les réponses des différents domaines sont plus négatives entre le groupe contrôle et les groupes A & B à la fin des 16 sem.	Les questionnaires de qualité de vie NHP et DQOL ne montrent pas de modification significative, malgré une tendance non significative ↗ du score de mobilité du NHP (p = 0,081).
Amélioration de l'AP	cf tableau précéderent	Gpe A= +922 pas par session Gpe B= 4208 pas / jour	Dans les deux Gpes, l'équilibre glycémique et tensionnel et le bilan lipidique sont restés stables, maintien de la VO2max et Pmax tandis que dans le GC la VO2max légèrement (-2,16 ± 2,5 p = 0,014). Pmax au début a tendu à ↘

			dans le GC et à 7 dans le GT de sorte que les sujets entraînés ont atteint en fin d'étude un pourcentage plus élevé de leur puissance maximale théorique ($p = 0,041$) et ont un meilleur périmètre de marche sur six minutes ($472,2 \pm 98,9$ contre $547,6 \pm 56,7$ $p = 0,020$) que les témoins
Motivation	Suivi à 6 mois post-intervention pour évaluer maintient AP		
Comorbidité	Effets de l'augmentation de l' HbA1c : Un groupe d'étude (Stratton 2000) a relevé que la hausse de 1% du taux d'HbA1c représente une augmentation de 21% du risque de comorbidité lié au diabète. (95% CI 17 à 24, $p < 0,0001$), une augmentation de 21% du risque de mortalité, 37% d'augmentation du risque de complications microvasculaires. Le groupe a constaté qu'il n'y avait pas de valeur seuil pour tout résultat défavorable et a conclu que toute réduction de l'HbA1c était susceptible de réduire les risques de complications, avec le risque le plus bas à moins de 6% pour ces complications.		
Coût			Pas d'hospitalisation contrairement au GT ($1,27 \pm 2,20$), \searrow coût total de santé 50% essentiellement du fait des baisses de posologies des traitements (de manière hétérogène selon les traitements, mais significatif pour les sulfonylurées -13,7 % - $p < 0,05$). critères retenus: nombre et durée d'hospitalisations, nombre de consultations, traitements et examens complémentaires réalisés. Cette analyse n'a pas inclus le coût des séances d'éducation et des explorations correspondant au protocole.

9 FICHES DE LECTURE

Fiche de lecture n°1 : « Activité physique et diabète de type 2.»

Fiche de lecture n°2 : « Exercise for Type 2 Diabetes Mellitus. »

Fiche de lecture n°3 : « Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. »

Fiche de lecture n°4 : « Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association with HbA1c Levels in Type 2 Diabetes : A Systematic Review and Meta-Analysis. »

Fiche de lecture n° 5 : « Effect of progressive pedometer based walking intervention on quality of life and general well being among patients with type 2 diabetes. »

Fiche de lecture n° 6 : « Le réentraînement à l'activité physique dans le diabète de type 2 réduit les dépenses de santé : résultats d'une étude prospective. »

Fiche de Lecture n°1 - « Activité physique et diabète de type 2 »

AUTEURS	Duclos, Martine, Jean-Michel Oppert, Bénédicte Vergès, Vincent Coliche, Jean-François Gautier, Charles-Yannick Guezennec, Gérard Reach, et Georges Strauch.
TYPE	Revue systématique : Article scientifique référentiel et recommandations validée par la Cochrane Library
PARUTION	02/2012
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	Résumé : Peu de DT2 ont un niveau d'AP suffisant Depuis 10aine d'A, preuves de son intérêt dans prévention du DT2 = \simeq 50% de incidence chez sujets à risques métaboliques élevés. Effets AP : effets aigus = session d'exercice + à distance si répétés= effets d'entraînement

Introduction :

- Dernières reco de 1998 : « l'AP régulière pourrait retarder l'apparition d'un diabète chez les sujets à risque de DT2 » & « (...) que des études sont nécessaires pour confirmer une réduction de la morbidité cardiovasculaire par l'exercice physique régulier dans la population DT2 ».
Depuis plusieurs études ont démontré le rôle de l'activité physique régulière dans la prévention du DT2. Les reco se sont développées vers une large gamme d'AP.

Difficulté du clinicien n'est pas l'efficacité mais ou/comment/ac qui ? : comment motivé durablement ? Où trouver les intervenants et les lieux de pratique adaptés ?

- Déf AP :

INSERM = « Tout mvmt corporel produit pas la contraction des muscles squelettiques, entrainant une dépense d'énergie supérieure à celle du repos »

ARS= le sport est un « sous-ensemble de l'AP, spécialisé et organisé » soit « une activité revêtant la forme d'exercices et/ou de compétitions, facilités par les organisations sportives » = sport est la forme la plus sophistiquée de l'AP, mais l'AP n'est pas que le sport, aussi l'AP dans les AVQ (maison, travail, transports, loisirs non compétitifs)

- L'AP le plus svnt quantifiée en **MET** (metabolic equivalent task), = équivalent métabolique, 1 MET=dépense énergétique d'un S ; au repos, assis. = 3,5ml d'O₂ / Kg de poids corporel /min. = environ 1Kcal/Kgr de poids corporel /h. L'article utilise le terme de « marche active » pour une dépense de 3 à 5 METs
- Reco américaines pour la popu générale : 500-100 METs-min/semaine.
- Distinction inactivité physique et sédentarité. Sédentarité = inactivité + cptmts où p° assise/couchée est dominante.= occupations variées (TV, W s/ordi, conduire) = Mets à 1-1,5. L'intérêt pour l'étude des cptmts sédentaires s'explique par la multiplication des écrans ac leur csqce sur la santé.
- Différents **types d'exo**. Endurance= filière aérobie, 20min minimum -> favorable pour système cardiovasc. Résistance= cap. Max. ou proche, 20 sec.-90sec., max 2-3min.= filière anaérobie lactique. Contre Résistance= renfo musc. Augmentation de force -> gain de masse. Contre résis. ISO = filière anaérobie. CI chez cardiaques. Contre résis dynamique Succession de mvts concentrique et excentrique = filières aéro et ana. Selon amplitudes des segments, charge, durée
- Partie sur le **métabolisme énergétique**...
- Il est bien établi que **l'entraînement en endurance** augmente la sensibilité à l'insuline chez le DT2 = captation du glucose augmenté de 30-40% à 48-72h après la dernière session (donc ce n'est pas l'effet aigu du dernier exercice) 6 semaines après d'entraînement.
- Les **effets de l'AP métabo glucose** endurance &/ou résistance : \nearrow signalisation post-récepteur de l'insuline, \nearrow transport glucose (GLUT-4), \nearrow activité de glycogène synthétase et de l'hexokinase (glycolyse), -> \nearrow capacité oxydative muscle, \nearrow Qté glucose & insuline délivrée au muscle, par \nearrow densité capillaire + vasodilatation NO-dépendante, \searrow production hépatique de

- glucose, modif de la compo musculaire (↗ fibres type I), entraînement contre résis : ↗ masse musculaire + capacité totale à utiliser glucose
- Les **effets de l'AP métabo lipides**: en endurance utilisation aérobique des acides gras au cours d'exercice musculaire modéré par ↗ lipolyse adipocytaire + utilisation musculaire des acides gras libres (par ↗ du nbre de mitochondries + enzymes mitochondriales) = épargne des stocks glycogène et retard de l'épuisement,
 - **Autres effets de l'AP** : ↗ considérables capacités de travail musculaire, par adaptation cardiovasc (↗ capacité de transport d'O₂ depuis l'air ambiant vers le tissu musculaire) & musculaire.
 - Entraînement ↘ FC au repos. Entraînement sous-maximal d'effort donne ↗ DC (par ↗ FC + ↗ Volume d'Ejection systolique, ↘ conso d'O₂ du myocarde, et au niveau périphérique ↘ résistances périphériques (favorisant retour veineux), améliore extraction d'O₂ au niv musculaire. Architecture musculaire modifiée avec possible ↗ fibres lentes si effort endurance. Modif biochimiques avec ↗ taille et nombre de mitochondries & de l'activité des enzymes oxydatives. ↗ contenu en myoglobine -> ↗ stocks d'O₂
 - CCL : ttes ces modif + ↗ capillarisation musculaire & débit sg musculaire = ↗ capacités oxydatives du muscle squelettique chez sujet sain comme chez sujet DT2.
 - L'AP a des effets au-delà du muscle squelettique : ↘ masse grasse viscérale, amélioration du profil lipidique, amélioration du profil tensionnel

AP & PREVENTION du DT2: 5 grandes études d'intervention publiées depuis milieu des années 90 confirment intérêt des modif du mode de vie (AP &/ou alimentation) chez des S. à risque de développer un DT2. Méthodo : ECR durée > ou ég. 3 ans, origine ethnique variée Sur 5 études, conseils seuls Vs. AP. R= ↘ 28-67% incidence DT2 chez des S. intolérants au glucose après 3-6ans par l'AP. EBM niv1.

Seule étude chinoise Da Qing (1997) inclue un groupe exercice seul, R= prévalence DT2 à 6 ans ↘ 46% dans le groupe exercice donc AP efficace *per se*.

Celle-ci a été reprise et prolongée d'un an (analyse post-hoc cf.) par étude finlandaise (FDPS - 2005) avec reco internationales de marche (>2,5h/sem). L'adhésion à celle-ci était de 45 à 65% env. pour les 2 groupes. R= ↘ 65% risque DT2 , indépendamment de conseils alim ou IMC. R2= durée d'AP et énergie totale dépensée comptent davantage que l'intensité d'AP.

Potentiel à long terme (« coaching ») : Sur 5 études, R à 7-10-20 ans de ces 3 études réalisées sur 3-6 ans /rap. groupe contrôle = incidence DT2 ↘ 35% mini sur période cumulée de 7 à 20 ans. Une autre étude (source 26 - 2008) montre qu'une intervention modifiant le mode de vie pendant 3-6 ans ↘ ou retarde incidence DT2 jusqu'à 14 ans après intervention.

Texte établi par le groupe de travail
« Activité physique et Diabète »
de la SFD, décembre 2011.

Martine Duclos¹, Jean-Michel Oppert²,
Bénédict Vergès³, Vincent Colicé⁴,
Jean-François Gautier⁵,
Charles-Yannick Guezennec⁶,
Gérard Reach⁷, Georges Strauch⁸,
pour le groupe de travail
« Activité physique et Diabète »
de la Société francophone
du diabète (SFD)

¹ Service de médecine du sport
et des explorations fonctionnelles,
CHU Gabriel Montpied, INRA, UMR 1019, UNH,
Centre de recherche en nutrition
humaine (CRNH)

Auvergne, Clermont Université,
Université d'Auvergne I,
Clermont-Ferrand.

² Service de nutrition,
Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière,
AP-HP, Université Pierre-et-Marie Curie-Paris 6,
Centre de recherche en nutrition humaine
Île-de-France (CRNH IdF), Paris.

³ Service de réadaptation cardiaque,
Clinique SSR les Rosiers, Dijon.

⁴ Service d'endocrinologie et diabétologie,
Centre hospitalier Duchenne,
Boulogne-sur-Mer.

⁵ Service de diabétologie et endocrinologie,
Hôpital Saint-Louis,
Groupe hospitalier Lariboisière-Saint-Louis-
Fernand Widal, AP-HP, Paris.

⁶ Laboratoire Performance Santé Altitude,
Université de Perpignan
Via Domitia, Font-Romeu.

⁷ Service d'endocrinologie, diabétologie
et maladies métaboliques, Hôpital Avicenne,
AP-HP, Bobigny.

⁸ Union sports et diabète, L'Hay-les-Roses.

Activité physique et diabète de type 2

Référentiel de la Société francophone du diabète (SFD), 2011

Physical activity and type 2 diabetes mellitus

Expert consensus, SFD, 2011

Résumé

Bien que l'activité physique régulière fasse partie intégrante de la prise en charge du diabète de type 2 (DT2), peu de patients diabétiques ont un niveau d'activité physique suffisant. Pourtant, depuis une dizaine d'années, les effets bénéfiques de l'activité physique régulière sont bien démontrés, à la fois dans la prévention du DT2 (diminution de 50 % de l'incidence du DT2 chez des sujets à risques métaboliques élevés), mais également dans la prise en charge du DT2 pour améliorer l'équilibre glycémique (amélioration du taux d'HbA_{1c} de 0,7 %, en moyenne) et diminuer les co-morbidités associées au DT2 (amélioration des chiffres tensionnels, du profil lipidique, diminution de l'insulinorésistance). L'activité physique a, à la fois, des effets aigus (effets d'une session d'exercice) et des effets à distance de l'exercice lorsque ceux-ci sont répétés de façon régulière (effet de l'entraînement). De plus, les recommandations d'activité physique se sont élargies vers une large gamme d'activités physiques (en associant à la fois des exercices d'endurance et de renforcement musculaire), permettant de varier l'activité physique pratiquée selon les possibilités des patients en termes de temps, de lieux de pratique, de goûts et d'intérêts.

Après quelques rappels de physiopathologie, les effets de l'activité physique seront discutés et présentés en termes de médecine basée sur les preuves. Les recommandations seront précisées et des éléments pratiques de prescription seront proposés, en tenant compte du fait que la question qui se pose au clinicien est celle du comment, où et avec qui : comment motiver les patients à pratiquer une activité physique de façon durable ? Où trouver les intervenants et les lieux de pratique adaptés ?

Mots-clés : Diabète de type 2 – activité physique – référentiel.

Key-words: Type 2 diabetes mellitus – physical activity – expert consensus.

Correspondance :

Martine Duclos
Service de médecine du sport
et des explorations fonctionnelles
CHU Gabriel Montpied
58, rue Montalembert
63003 Clermont-Ferrand cedex 1
mduclos@chu-clermontferrand.fr

© 2012 - Elsevier Masson SAS - Tous droits réservés.

Introduction

Les dernières recommandations portant sur l'activité physique chez les patients diabétiques de type 2 (DT2), élaborées par un groupe de travail de l'Association de langue française pour l'étude du diabète et des maladies métaboliques (Alfediam, actuelle Société francophone

du diabète [SFD]), remontent à 1998. Elles concluaient « que l'activité physique régulière pourrait retarder l'apparition d'un diabète chez les sujets à risque de DT2 » et « [...] que des études sont nécessaires pour confirmer une réduction de la morbidité et de la mortalité cardiovasculaire par l'exercice physique régulier dans la population de patients DT2 » [1].

Depuis, plusieurs études d'intervention ont démontré le rôle de l'activité physique régulière dans la prévention du DT2, ainsi que l'effet bénéfique de l'activité physique régulière sur l'équilibre glycémique et sur les co-morbidités associées au DT2. De plus, les recommandations d'activité physique se sont développées vers une large gamme d'activités physiques, permettant de varier l'activité physique pratiquée selon les possibilités des patients en termes de temps, de lieux de pratique, de goûts et d'intérêts [2]. Pour le clinicien, la question n'est plus celle de l'efficacité de l'activité physique, mais celle du comment, où et avec qui :

- comment motiver les patients à pratiquer une activité physique de façon durable ?
- où trouver les intervenants et les lieux de pratique adaptés ?

Définitions et rappels physiologiques

Activité physique, inactivité physique, sédentarité

L'activité physique

- L'activité physique est définie par « *tout mouvement corporel produit par la contraction des muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie supérieure à celle du repos* » [3]. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le sport est un « *sous-ensemble de l'activité physique, spécialisé et organisé* », il s'agit d'une « *activité revêtant la forme d'exercices et/ou de compétitions, facilités par les organisations sportives* ». En d'autres termes, le sport est la forme la plus sophistiquée de l'activité physique, mais l'activité physique ne se réduit pas au sport, elle comprend également l'activité physique dans la vie de tous les jours, à la maison, au travail, dans les transports et au cours des loisirs non compétitifs [3] (voir le paragraphe « *Évaluation du niveau habituel d'activité physique* »).
- L'activité physique est le plus souvent quantifiée en terme de MET (*metabolic equivalent task*), c'est-à-dire d'équivalent métabolique, sachant qu'un MET

correspond à la dépense énergétique d'un sujet au repos, assis. On l'estime à une consommation de 3,5 ml d'oxygène (O₂) par kilogramme de poids corporel par minute, ou à environ 1 kilocalorie par kilogramme de poids corporel par heure.

- Le tableau I présente quelques équivalences (MET) pour des activités de loisirs courantes [4].

À noter que, pour la marche, les recommandations en langue française utilisent différentes terminologies :

- marche à allure modérée ;
- marche active ;
- marche à un bon pas ;
- marche à pas soutenu ;
- marche rapide.

Dans tous les cas, les recommandations pour la marche en terme d'intensité sont une marche entre 3 et 5 METs. Afin d'homogénéiser les recommandations, nous utiliserons dans ce texte le terme de « marche active ».

Inactivité physique et comportement sédentaire

Au cours des dernières années, la distinction entre inactivité physique et

comportement sédentaire a été soulignée [5]. Le comportement sédentaire ne représente pas seulement une activité physique faible ou nulle, mais correspond à un ensemble de comportements au cours desquels la position assise ou couchée est dominante et la dépense énergétique très faible, voire nulle. Il s'agit d'occupations variées, telles que regarder la télévision ou des vidéos, travailler sur ordinateur, lire, conduire, etc., occupations pour lesquelles la dépense énergétique est de l'ordre de 1 à 1,5 METs [6]. L'accélération récente de la disponibilité de multiples types d'écran (ordinateur, télévision, téléphone portable...) dans toutes les tranches d'âge, au travail, à l'école, à la maison et au cours des loisirs, explique, en partie, l'intérêt actuel pour l'étude des comportements sédentaires et leurs conséquences potentielles sur la santé.

Les différents types d'exercices

Plusieurs types d'exercices sont possibles [3, et Groupe Exercice Réadaptation Sport (GERS) de la Société française de cardiologie (SFC, www.sfcario.fr/)

Tableau I : Tableau d'équivalences pour des activités de loisirs courantes [d'après 4].

Type d'activité de loisirs	METs (metabolic equivalent task)
Marche :	
- à allure modérée (3,2 à 4,6 km/h)	3
- rapide (4,8 à 6,2 km/h)	4
- très rapide (> 6,4 km/h)	4,5-5
Jogging (< 10 km/h)	7-10
Jogging (> 10 km/h)	12
Vélo	7
Tennis, squash, jeux de raquette en simple	7
Natation	7
Gymnastique, step ou autres exercices aérobies	6
Yoga	4
Tondre la pelouse	6

Ces équivalences sont des moyennes et restent des valeurs indicatives. Pour transformer les quantifications en kcal, il faut utiliser l'équivalent énergétique de l'oxygène (1 litre d'oxygène [O₂] consommé = 5 kcal), d'où 1 MET = 3,5 ml O₂/kg poids corporel/min = 1 kcal/kg poids corporel/h.

Les différentes intensités d'activité physique sont ainsi définies :

- faible intensité : < 3 METs (< 3 fois la dépense de repos) ;
- intensité modérée : 3-6 METs ;
- forte intensité : 6-9 METs ;
- très forte intensité : > 9 METs.

Les recommandations américaines pour la population générale sont de pratiquer une activité physique de type aérobie à un volume total correspondant à 500 à 1 000 METs-min/semaine. Si l'on prend l'exemple de la marche à bonne allure (vitesse 5 km/h, intensité 4 METs), cela équivaut à 150 minutes par semaine pour un volume total de 600 METs-min/semaine (150 minutes x 4 METs) et 250 minutes par semaine pour un volume total de 1 000 METs-min/semaine (250 minutes x 4 METs).

groupes/groupes/exercice-readaptation-sport/]) :

- exercices en endurance ;
- exercices en résistance ;
- exercices contre résistance.

Exercices en endurance

L'endurance est la capacité à maintenir un effort d'intensité faible à modéré pendant un temps relativement long (> 20 minutes) (par exemple : marche à allure rapide, course à pied, vélo).

D'un point de vue énergétique, l'endurance met en jeu la filière aérobie. C'est ce type d'activité qui est le plus favorable pour le système cardiovasculaire et respiratoire.

Exercices en résistance

La résistance traduit l'aptitude à maintenir un exercice d'intensité élevée, égale ou proche de la capacité maximale de l'individu, pendant un temps relativement court (compris entre 20 secondes et 1 minute 30, voire 2 à 3 minutes) (par exemple : un sprint, une course de 400 mètres).

D'un point de vue énergétique, la résistance met en jeu la filière anaérobie lactique qui se caractérise par une production importante d'acide lactique.

Exercices contre résistance

Les exercices contre résistance peuvent également s'appeler exercices de force ou, dans le langage courant, musculation-renforcement musculaire. L'augmentation de la force musculaire est liée au principe de surcharge. Cela signifie que le muscle ne s'adapte que si la charge qui lui est imposée est supérieure à celle qu'il rencontre habituellement : le sujet doit contracter ses muscles pour soulever une charge qui lui est imposée, d'où le nom d'exercices contre résistance. C'est le type d'activité qui est le plus favorable pour le maintien, voire le gain, de masse musculaire.

• **Exercices contre résistance isométrique** : également appelé travail statique, ils sont caractérisés par une contraction musculaire maintenue constante contre résistance, sans changement de longueur du muscle. Ils sollicitent essentiellement le métabolisme anaérobie (l'exemple typique est celui de l'haltérophilie).

Ils sont contre-indiqués chez les patients porteurs de pathologies cardiaques. En effet, en raison de l'absence de baisse des résistances périphériques, ils entraînent des effets hémodynamiques potentiellement délétères, avec augmentation rapide et importante des deux composantes, systolique et diastolique, de la pression artérielle et de la surcharge de travail cardiaque que cela impose.

• **Exercices contre résistance dynamique** : ils regroupent le renforcement musculaire et la musculation segmentaire. Ils se caractérisent par la succession de mouvements concentriques et excentriques effectués par un membre ou un segment de membre travaillant contre résistance. Ces exercices sollicitent les filières aérobie et anaérobie en proportions variables selon l'amplitude du mouvement, l'importance de la charge, la durée de l'exercice et la quantité de masse musculaire mise en jeu. Ils permettent d'augmenter la masse et la force musculaires. Il s'agit d'exercices réalisés avec de petits haltères, des bracelets lestés, des bandes élastiques, ou bien en utilisant des bancs de musculation spécifiques.

Quelques éléments de physiologie de l'exercice

Apport d'énergie au muscle et voies métaboliques au cours de l'exercice musculaire [7]

• Au niveau des fibres musculaires, la contraction musculaire a pour sup-

port le glissement des myofilaments d'actine entre ceux de myosine, avec transformation d'énergie chimique, fournie par l'hydrolyse de l'ATP, en énergie mécanique. Cependant, le rendement mécanique musculaire est faible (libération importante de chaleur) et dépend du type d'activité. En effet, pour des activités comme la marche ou la course, ce rendement se situe autour de 25 %, ce qui signifie que 25 % de l'énergie consommée apparaît sous forme de travail mécanique et que 75 % apparaissent sous forme de chaleur. Afin d'assurer ce rôle, le muscle a besoin d'un apport adapté de substrats énergétiques et d'oxygène. Ces fonctions sont remplies par les organes de stockage comme le foie et les adipocytes, et par l'ensemble du système cardio-circulatoire qui assure le transport de l'oxygène et des substrats.

• Le niveau d'utilisation et le choix du type de substrat (glucides ou lipides) au cours de l'exercice dépendent des caractéristiques de l'activité musculaire (intensité, durée), de l'état nutritionnel et du niveau d'entraînement. On distingue les activités physiques très courtes et intenses, qui sollicitent principalement le métabolisme anaérobie (en l'absence d'oxygène), et les activités prolongées, qui mettent en jeu principalement le métabolisme aérobie (en présence d'oxygène) (figures 1 et 2) [8, 9].

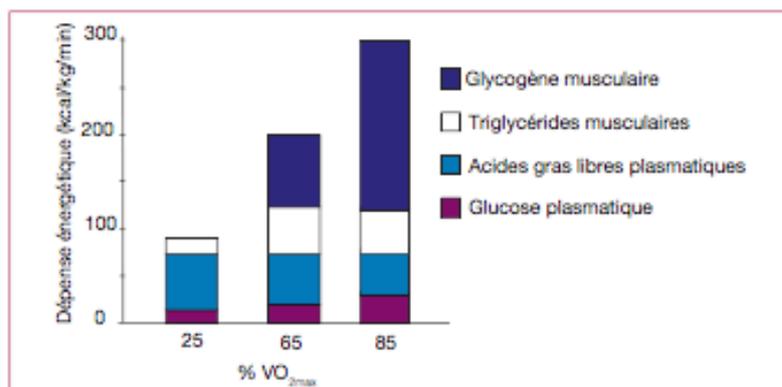


Figure 1 : Contribution des quatre substrats majeurs dans la dépense énergétique entre la 20^e et la 30^e minute d'un exercice musculaire à 25, 65 et 85 % de la capacité aérobie maximale (VO_{2max}) [modifié d'après 8].

Rôle de l'intensité de l'exercice sur l'utilisation des substrats (figure 1)

La participation relative de l'un ou de l'autre substrat dépend, en grande partie, de l'intensité de l'exercice : la β -oxydation et l'utilisation des lipides sont prépondérantes pour une intensité faible, puis leur part diminue au fur et à mesure que l'intensité de l'exercice augmente. L'inverse se produit pour les glucides. En théorie, le niveau le plus élevé d'oxydation des lipides, en valeur relative, est observé pour des activités d'intensité moyenne correspondant à 50-60 % de la capacité aérobie maximale (VO_{2max}). L'utilisation des substrats est alors strictement aérobie. La participation glycolytique est de plus en plus importante au fur et à mesure que l'intensité augmente, jusqu'à devenir exclusive pour des puissances proches de la capacité aérobie maximale [7].

Rôle de la durée de l'exercice sur l'utilisation des substrats (figure 2)

Au niveau du métabolisme glucidique, le muscle consomme, dans un premier temps, le glycogène musculaire puis, lorsque les réserves de glycogène musculaire commencent à être diminuées, la captation musculaire du glucose augmente (captation et utilisation du glucose

sanguin), en parallèle avec les acides gras libres provenant de la lipolyse du tissu adipeux. Les réserves de triglycérides intramusculaires sont utilisées lors d'exercices de durée prolongée, mais également en phase de récupération de l'exercice. Enfin, la production hépatique de glucose (donc la libération de glucose dans la circulation systémique) est d'abord due à la glycogénolyse hépatique, puis est remplacée par une augmentation de la néoglucogenèse au fur et à mesure que la durée de l'exercice augmente [10-12].

Effets d'une session d'exercice sur le métabolisme du glucose (revue in 13)

- **Au cours de l'exercice** : l'exercice musculaire augmente la captation musculaire de glucose chez le sujet sain comme chez le sujet DT2. En effet, la contraction musculaire stimule le transport et le métabolisme du glucose dans les muscles sollicités au cours de l'exercice par des voies qui ne dépendent pas de l'insuline. Par exemple, chez les sujets normaux, comme chez les patients DT2, un exercice sur bicyclette ergométrique de 45 à 60 minutes à 60-70 % de la VO_{2max} augmente le contenu du transporteur de glucose GLUT-4, présent sur la membrane musculaire, de 70 %

par rapport aux repos, et augmente la captation musculaire de glucose [14]. À cet effet, se surajoute celui de l'insuline, sachant que l'augmentation du débit sanguin augmente la quantité d'insuline et de glucose arrivant aux muscles (et cet effet persiste plusieurs heures après l'arrêt de l'exercice).

- **Période post-exercice** : elle est caractérisée par une augmentation de la sensibilité musculaire à l'insuline. Ainsi, une augmentation de la captation du glucose en réponse à l'insuline est observée pendant plusieurs heures après l'arrêt d'une séance d'exercice (quel que soit le type d'exercice : endurance, exercice contre résistance) chez le sujet sain comme chez le sujet DT2, avec augmentation de la capacité de stockage du glycogène par augmentation de l'activité de la glycogène synthétase. Ce phénomène est localisé aux seuls muscles mobilisés pendant l'exercice, et dépend en partie de l'importance de la déplétion en glycogène [15].

Effets de l'entraînement sur le métabolisme du glucose (revue in 16, 17)

- Il est bien établi que l'entraînement en endurance augmente la sensibilité à l'insuline chez le sujet sain ou insulino-résistant, normoglycémique, ou DT2. Ces données ont été obtenues aussi bien dans les études transversales (comparant des sujets inactifs à des sujets entraînés en endurance) que dans les études d'intervention (où des sujets peu actifs ont été soumis à un entraînement). Ainsi, la captation du glucose mesurée pendant un clamp euglycémique hyperinsulinique chez les mêmes sujets, avant et après 6 semaines d'entraînement en endurance, est augmentée de 30 à 40 %. Cet effet s'observe 48 à 72 heures après la dernière session d'exercice, ce qui permet d'exclure un effet aigu du dernier exercice réalisé.

- Les effets de l'entraînement (quel que soit le type d'entraînement : endurance et/ou résistance) sur le métabolisme du glucose sont multiples :
 - augmentation de la signalisation post-récepteur de l'insuline ;
 - augmentation de GLUT-4 (d'où l'augmentation du transport du glucose) ;

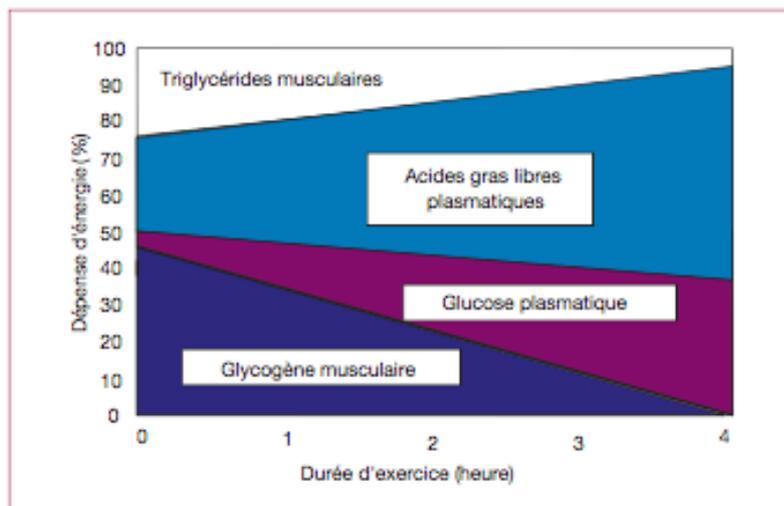


Figure 2 : Évolution de la contribution relative des différents substrats au cours de l'exercice musculaire à 65-75 % de la VO_{2max} (modifié d'après 8, 9).

- augmentation de l'activité de la glycogène synthétase et de l'hexokinase (glycolyse), conduisant à une augmentation de la capacité oxydative du muscle ;
- augmentation de la quantité de glucose et d'insuline délivrée au muscle, par augmentation de la densité capillaire et de la vasodilatation NO-dépendante ;
- diminution de la production hépatique de glucose ;
- modification de la composition musculaire (augmentation de la proportion de fibres oxydatives de type I).

Plus spécifiquement, l'entraînement contre résistance augmente la masse musculaire, et donc la capacité totale à utiliser le glucose.

Effets de l'entraînement sur le métabolisme des lipides [revue in 16, 17]

L'entraînement en endurance augmente l'utilisation aérobie des acides gras au cours de l'exercice musculaire d'intensité modérée, en augmentant la lipolyse adipocytaire et l'utilisation musculaire des acides gras libres (par augmentation du nombre de mitochondries et des enzymes mitochondriales impliquées dans la β -oxydation). Ces effets contribuent à épargner les stocks de glycogène et retardent ainsi l'épuisement du sujet.

Autres effets de l'activité physique régulière [3]

L'entraînement physique améliore considérablement les capacités de travail musculaire. Cette amélioration résulte d'une adaptation cardiovasculaire (augmentation de la capacité de transport d'oxygène de l'air ambiant vers le tissu musculaire), mais également musculaire. L'entraînement réduit la fréquence cardiaque au repos et la fréquence cardiaque, pour un niveau sous-maximal d'effort donné, augmente le débit cardiaque (par augmentation de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique), diminue la consommation d'oxygène du muscle cardiaque et, au niveau périphérique, diminue les résistances périphériques (favorisant l'augmentation du retour veineux), et améliore l'extraction d'oxygène au niveau musculaire. L'architecture musculaire est modifiée, avec possibilité d'accroissement important des fibres à contraction lente lors

d'un entraînement spécifique en endurance. L'entraînement engendre des modifications biochimiques au niveau du muscle, en particulier une augmentation de la taille et du nombre des mitochondries et de l'activité des enzymes oxydatives. On note également une augmentation du contenu en myoglobine, qui permet une augmentation des « stocks » d'oxygène, mais avec une variabilité importante selon les sujets.

L'ensemble de ces modifications, associées à l'augmentation de la capillarisation et du débit sanguin musculaire, induit un accroissement important des capacités oxydatives du muscle squelettique chez le sujet sain, comme chez le sujet DT2 [18]. L'activité physique a des effets qui s'étendent au-delà du muscle squelettique (voir paragraphe « *Effet de l'activité physique régulière sur l'équilibre glycémique des diabétiques de type 2* » et le chapitre « *Activité physique en présence de complications chroniques du DT2* ») :

- diminution de la masse grasse viscérale ;
- amélioration du profil lipidique ;
- amélioration du profil tensionnel.

Effets bénéfiques de l'activité physique régulière

Activité physique et prévention du DT2

Les cinq grandes études d'intervention publiées depuis le milieu des années 1990 ont confirmé l'intérêt des modifications du mode de vie (activité physique et/ou alimentation) chez des individus à risque de développer un DT2 (intolérants au glucose). Sur le plan méthodologique, il s'agissait d'études interventionnelles dont la durée était ≥ 3 ans, randomisées avec groupe contrôle, ayant inclus un nombre élevé de sujets d'origine ethnique variée (tableau II) [19-23]. Elles rapportent des résultats similaires : réduction de 28 à 67 % de l'incidence du DT2 chez des sujets intolérants au glucose après 3 à 6 ans.

Ces études interventionnelles permettent donc de confirmer de façon convaincante (niveau I de preuve) que l'activité physique représente un moyen majeur dans

le cadre d'une modification du mode de vie pour prévenir la survenue d'un DT2 chez des sujets à risques métaboliques élevés (intolérants au glucose)¹.

Un effet de l'activité physique indépendant de la diététique

Dans les cinq études citées (tableau II), c'est l'effet combiné des conseils alimentaires et de l'activité physique (et souvent d'une perte de poids modérée) qui a été étudié.

Seule l'étude chinoise de Da Qing [19], l'une des plus anciennes, a inclus un groupe exercice seul. Par rapport au groupe témoin, la prévalence du DT2 au bout de 6 ans était réduite de 46 % dans le groupe exercice (versus 42 % dans le groupe diététique plus exercice et versus 31 % dans le groupe diététique), démontrant un effet significatif de l'activité physique *per se*.

Afin de préciser ces résultats, une analyse *post-hoc* a été réalisée sur la cohorte de l'étude finlandaise *Finnish diabetes prevention study* (FDPS) initiale [23]. L'étude de suivi et de prise en charge a été prolongée d'un an, et les sujets ont été réévalués au bout de 4 ans (au lieu de 3 ans dans l'étude originale) [20]. L'adhésion aux recommandations internationales d'activité physique ($\geq 2,5$ h/semaine) était de 62 % dans le groupe intervention et de 46 % dans le groupe contrôle. Lorsque l'ensemble des sujets est pris en considération indépendamment du groupe de traitement, les résultats montrent que marcher au moins 2,5 heures par semaine diminue le risque de DT2 de près de 65 % et ce, indépendamment des effets des conseils alimentaires ou de l'indice de masse corporelle (IMC) de départ et de sa variation au cours du suivi. Il ressort également de cette analyse que sont bénéfiques à la fois l'activité physique d'intensité modérée à intense (marche rapide, natation, vélo, jogging, jeux de balle) et l'activité physique de faible intensité (marche ou vélo à allure faible, jardinage) et ceci, toujours indépendamment des apports alimentaires ou de l'IMC [24]. Ces données suggèrent que dans ces

1. Le niveau d'évidence utilisé est celui défini, en France, par l'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (Anaes). www.has-sante.fr

Fiche de lecture n°2 : « Exercise for Type 2 Diabetes Mellitus »

AUTEURS	Thomas, D. E., E. J. Elliott, et G. A. Naughton
TYPE	Meta analyse validée par la et publiée par Cochrane library
PARUTION	Publié in <i>The Cochrane Library</i> 2009
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	<p>Résumé :</p> <p>L'exercice est généralement recommandé pour les personnes atteintes de diabète de type 2. Cependant, certaines études évaluent une activité physique d'étude comprenant régime ou modification de comportement ou les deux, et les effets du régime avec exercice mais ne sont pas différenciés. Certaines études d'activité impliquent un faible nombre de participants, qui manquent de pouvoir pour montrer des différences significatives qui peuvent apparaître dans les essais plus importants.</p> <p>Objectifs Évaluer les effets de l'exercice dans le diabète de type 2.</p> <p>Méthodes de recherche Les essais ont été identifiés au moyen du Registre central des essais contrôlés de Cochrane (CENTRAL), MEDLINE, EMBASE et des recherches manuelles de bibliographies.</p> <p>Critères de sélection Tous les essais contrôlés randomisés comparant tout type d'exercices en aérobic, santé physique ou exercice progressif en résistance Vs. sans exercice bien documentés chez les personnes atteintes de diabète de type 2.</p> <p>Données collectées et analyse Deux auteurs ont sélectionné des essais indépendamment, ont évalué la qualité des essais et extrait les données. Les auteurs de l'étude ont été contactés pour obtenir de plus amples renseignements. Toute information sur les effets indésirables a été recueillie à partir des essais.</p> <p>Résultats Quatorze essais randomisés contrôlés comparant exercice contre aucun exercice dans le diabète de type 2 ont été identifiés impliquant 377 participants. Les essais ont duré de huit semaines à douze mois. Comparé au groupe témoin, l'intervention sur l'exercice a significativement amélioré le contrôle glycémique, comme indiqué par une diminution des taux d'hémoglobine glyquée de 0,6% (-0,6% HbA1c, intervalle de confiance 95% (IC) -0,9 à -0,3; P <0,05). Ce résultat est statistiquement et cliniquement significatif. Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes dans la masse corporelle, probablement en raison d'une augmentation de la masse de graisse (muscle) avec l'exercice, comme indiqué dans un essai (6,3 kg, IC 95% : 0,0 à 12,6). Il y avait une réduction du tissu adipeux viscéral avec l'exercice (-45,5 cm², IC 95% -63,8 à -27,3), et le tissu adipeux sous-cutané a également diminué. Aucune étude n'a rapporté d'effets indésirables dans le groupe d'exercices ou de complications diabétiques. L'intervention sur l'exercice a significativement augmenté la réponse insulinaire (131 AUC, IC 95% 20 à 242) (un essai) et une diminution des triglycérides plasmatiques (-0,25 mmol / L, IC à 95% : -0,48 à -0,02). Aucune différence</p>

	<p>significative n'a été trouvée entre les groupes en termes de qualité de vie (un essai), de cholestérol plasmatique ou de tension artérielle.</p> <p>Conclusion</p> <p>Il y avait une réduction du tissu adipeux viscéral avec l'exercice (-45,5 cm², IC 95% -63,8 à -27,3), et le tissu adipeux sous-cutané a également diminué. Aucune étude n'a rapporté d'effets indésirables dans le groupe d'exercices ou de complications diabétiques. L'intervention sur l'exercice a significativement augmenté la réponse insulínique (131 AUC, IC 95% 20 à 242) (un essai) et une diminution des triglycérides plasmatiques (-0,25 mmol / L, IC à 95%: -0,48 à -0,02). Aucune différence significative n'a été trouvée entre les groupes en termes de qualité de vie (un essai), de cholestérol plasmatique ou de tension artérielle.</p>
--	--

Méthodes :

The Cochrane Library, including the Cochrane Controlled

Registre des essais (CENTRAL, Issue 1, 2005); • MEDLINE and EMBASE were searched from January 1966 (when possible) to March 2005

- Sensibilité des analyses :

Classification des études en trois catégories (Manuel Cochrane pour les examens systématiques des interventions) :

A - faible risque de biais : tous les critères de qualité sont réunis ;

B - risque modéré de biais : un ou plusieurs des critères de qualité que partiellement respectées ;

C - risque élevé de biais : un ou plusieurs critères de qualité ne sont pas satisfaites, ainsi que d'explorer l'effet des critères de qualité individuels.

« Cependant, comme il n'y avait pas suffisamment de données, cela n'a pas été fait. Nous avons évalué chaque essai indépendamment de la qualité, et pour toutes les différences d'opinion que nous avions prévu pour calculer le niveau d'accord inter-noteur utilisant la statistique kappa (Fleiss 1981), la résolution des différends par la discussion. Cependant, il n'y avait pas de désaccord sur l'évaluation de la qualité. »

- Les participants

Les études incluses impliqués 377 participants. Le nombre de participants dans une seule étude variait de 16 (Dela 2004; Yeater 1990) à 49 (Loimaala 2003) avec un total groupé de 361 participants dans les études ayant déclaré l'hémoglobine glyquée. Parmi ceux-ci, 198 participants ont reçu l'intervention d'exercice. Seules six études (Baldi 2003; Cuff 2003; Dunstan 2002; Loimaala 2003; Raz 1994; Tessier, 2000) comprenaient plus de 16 participants dans le groupe d'intervention, l'un ayant 24 (Loimaala, 2003). L'âge moyen de la plupart des groupes se situait entre 45 (1997 Mourier) et 65 (Tessier 2000) ans et légèrement plus d'hommes que les femmes ont participé. Aucune étude comprenait des enfants.

- La fréquence

3 séances par semaine avec exercice sur des jours non consécutifs. Cela est conforme aux principes de la programmation d'exercice de récupération et d'adaptation. Une étude récente utilisant Qi Gong impliqué une séance de deux heures par semaine (Tsujiuchi 2002). Deux études nécessitaient aux participants de réaliser une session sans surveillance en plus des trois (Loimaala 2003; 1988b Wing) ou deux (Raz, 1994) sessions encadrées par des spécialistes. Le respect de l'exercice cinq fois ou plus par semaine a été nécessaires dans deux études (Dela 2004; Ronnema, 1986). L'un de ces cinq hebdomadaires études sessions (Dela, 2004) se déroulait à domicile plutôt qu'en communauté avec monitoring sur ergo cycle.

- Type d'exercices :

Exercices variés, à la fois résistance et sur base aérobie. Dans certaines études, l'utilisation de programmes aérobiques a été mise à la disposition des participants. Dans certaines études, des séances supplémentaires sans surveillance ont été proposées également. Des nouvelles méthodes de supervisions sont apparues (étude Dela, 2004) comme l'utilisation de compteurs dans les ergocycle pour la mesure efficace de la compliance. Dans les études utilisant des charges progressives, les charges étaient plus élevées dans les études récentes (Dunstan 2002 ; Loimaala 2003) que dans les études plus anciennes (Dunstan 1998, Tessier 2000). Les charges étaient aussi augmentées à partir de 2 semaines d'entraînement. Dans certaines études la réévaluation de la progression était évaluée (Dunstan 1998, Loimaala 2003) ou dans d'autres essais la progression a été déterminée sur une base de réalisation des objectifs individuels (Baldi 2003, Dunstan 2002). Les descriptions détaillées des résistances exactes du régime d'entraînement (utilisées davantage dans les études récentes) signifient qu'elles peuvent être dupliquées désormais (Cuff 2003, Dunstan 2002). Une étude a dirigé des séries courtes d'étirements (Dunstan 2002).

- Risque de biais :

Tous les ECR ont été décrits comme étant randomisés mais une seule étude a rapporté la méthode de randomisation, par tirage au sort. Les études n'ont pas rapporté de dissimulation de répartition. A l'aveugle : Impossible dans ce traitement entre le personnel administrant l'AP au GT et la seconde méthode pour le GC.

- Résultats primaires :

Contrôle glycémique : $\approx 0,6\%$ HbA1c avec l'exercice. La diminution de l'hémoglobine glyquée a été plus prononcée dans les études plus courtes (évalué grâce aux sous-groupes). Pour les études de moins de trois mois, la baisse a été de $-0,8\%$ ($-0,8\%$ HbA1c WMD IC 95% $-1,2$ à $-0,4$) ($P < 0,05$) L'étude RAZ de 1994 a rapporté un maintien de l'amélioration de l'HbA1c durant 12 mois (cf. plus bas). Les résultats rapportés étaient : Exercice dans le GT (n=12) : $12,5\%$ au départ contre $10,9\%$ après l'intervention Vs $13,1\%$ pour le GC avec une valeur initiale proche à $12,4\%$.

IMC : Dans les 10 ECR relevant la masse corporelle, pas de différences rapportées entre soit la masse corporelle et l'IMC entre les 2 groupes. Cependant il y eut une importante diminution du tissu viscéral adipeux, relevé dans 2 études.

- Résultats secondaires :

Sensibilité à l'insuline : l'étude Tessier 2000 (n=39), a rapporté une augmentation de la sensibilité à l'insuline par mesure de l'aire sous la courbe insulinique dans le test type « HGPO » entre les 2 groupes. Idem pour l'étude Mourier 1997 avec un autre test.

Lipides sanguins : 6 études ont montré une baisse significative des triglycérides. L'étude Yeater 1990 a également signalé que la baisse était liée à l'intensité de l'entraînement.

Pression artérielle : Il n'a pas été rapporté de différence significative sur la variation de la PaS dans les 4 études où elle était étudiée.

Qualité de Vie : Pas de différence, évaluée dans l'étude Tessier (2000)

Remis en forme : L'absorption maximale d'oxygène mesurée par Vo2Max n'a pas été majorée de manière significative sur les 3 études (n=95) (Loimaala 2003 ; Mourier 1997 ; Ronnema 1986) mais dans un contexte d'hétérogénéité pauvre ($I^2=0\%$) alors que l'étude de Mourier seule avait un $I^2=75,8\%$ et une augmentation significative de 9% Vo2Max.

Complications diabétiques et mortalité : Pas d'hypoglycémie réactionnelle à l'entraînement rapportée. Pas de complication majeure rapportée (Dunstan 2002). Bonne tolérance à l'effort durant le planning d'entraînement et aucun exercice arrêté pour raison médicale (Mourier 1997). Aucun essai a évalué une mortalité dans les résultats primaires ou secondaires.

Effet de l'AP post-interventionnel : Pour l'étude Raz (1994), l'amélioration glycémique a été maintenue sur les 12 mois de suivi post interventionnel pour ceux qui ont continué l'AP, à l'inverse de ceux qui avaient arrêté. Néanmoins il y avait beaucoup de pertes dans le suivi. Cette étude est corroborée avec l'étude de Wing (1998) qui sur la même période d'évaluation constate une diminution de la médication.

Motivation : L'auteur constate la difficulté à motiver les sujets à l'AP. Il préconise une augmentation progressive de celle-ci, en commençant par une intensité faible vers modérée, effectuée régulièrement. Cette approche meilleure permet d'incorporer l'exercice dans la vie quotidienne sur une base à long terme, plutôt que de l'AP intensive difficile à maintenir sur le long terme. Ce qui est confirmé par l'étude Yeater (1990) qui attribue un taux élevé d'observance à l'étude par la faible intensité de départ et une progression modérée, qui a été individualisée de plus dans cette étude. Le départ de l'AP a été réalisé par de la marche puis à faible allure puis progressivement arriver à une cadence de course douce. Cette démarche a permis d'améliorer significativement le contrôle glycémique, l'aérobie, et a diminué la pression systolique de repos et le taux de triglycérides à jeun. Avec une bonne conformité et conception du programme, les résultats relevés, malgré l'absence de perte de poids, ont un impact sur la qualité de vie, bénéfiques biologiques et systémiques chez les S. DT2. C'est ce retour bénéfique de résultats sur la santé poura augmenter l'adhérence à l'exercice et la durabilité de l'intervention.

AP Vs Médoc : La réduction moyenne de 0,6 HbA1c retrouvée dans cette méta-analyse est comparable à la réduction grâce aux médicaments type metformine (-0,9%, IC 95% -1,1 à -0,7%) (Campbell 1995, Johansen 1999) pour avoir un effet similaire.

Effet ↗ HbA1c : Un groupe d'étude (Stratton 2000) a relevé que la hausse de 1% du taux d'HbA1c représente une augmentation de 21% du risque de comorbidité lié au diabète. (95% CI 17 à 24, p<0,0001), une augmentation de 21% du risque de mortalité, 37% d'↗ du risque de complications microvasculaires. Le groupe a constaté qu'il n'y avait pas de valeur seuil pour tout résultat défavorable et a conclu que toute réduction de l'HbA1c était susceptible de réduire les risques de complications, avec le risque le plus bas à moins de 6% pour ces complications.

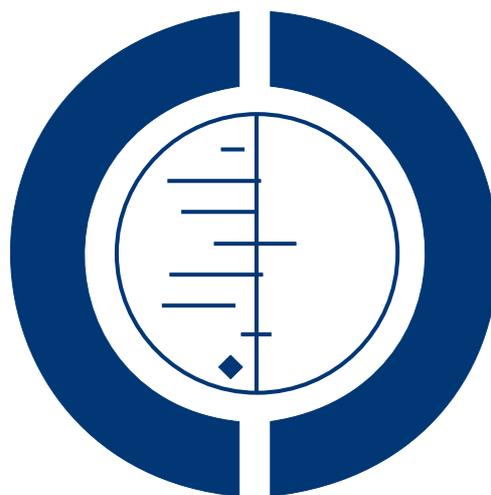
CCL :

Ainsi, l'exercice peut être recommandé dans la gestion du diabète de type 2, et peut conduire à l'amélioration du diabète. Cela peut être bénéfique au patient, soit par la diminution ou même d'éviter l'exigence de médicaments. Les effets indésirables ont été ni déclarés que les résultats, ni rapportés pour le groupe d'intervention, dans l'une des études.

Les Interventions dans lesquelles la prescription d'exercice impliquait une variété d'activités étaient aussi efficaces que les interventions en utilisant un seul type d'exercice. Une variété de types d'exercice peut donc être la clé pour faire un exercice plus acceptable pour les gens, ce qui augmente la durabilité de l'exercice afin d'obtenir plus de santé à long terme avantages. Les programmes en utilisant un seul mode d'exercice peut devenir trop monotone sur de longues périodes de temps. Avec la tendance croissante vers le diabète de type 2 apparaissant à des âges plus jeunes, même pendant l'enfance, il y a un besoin pour des études dans ces groupes d'âge plus jeunes. Il y a aussi un besoin supplémentaire d'études avec suffisamment de puissance et la durée pour détecter les effets des résultats tels que les complications à long terme du diabète.

Exercise for type 2 diabetes mellitus (Review)

Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA



**THE COCHRANE
COLLABORATION®**

This is a reprint of a Cochrane review, prepared and maintained by The Cochrane Collaboration and published in *The Cochrane Library* 2009, Issue 1

<http://www.thecochranelibrary.com>



Exercise for type 2 diabetes mellitus (Review)
Copyright © 2009 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

BRESSIANT
(CC BY-NC-ND 2.0)

TABLE OF CONTENTS

HEADER	1
ABSTRACT	1
PLAIN LANGUAGE SUMMARY	2
BACKGROUND	2
OBJECTIVES	3
METHODS	3
RESULTS	6
DISCUSSION	12
AUTHORS' CONCLUSIONS	14
ACKNOWLEDGEMENTS	15
REFERENCES	15
CHARACTERISTICS OF STUDIES	18
DATA AND ANALYSES	31
WHAT'S NEW	31
HISTORY	31
CONTRIBUTIONS OF AUTHORS	32
DECLARATIONS OF INTEREST	32
SOURCES OF SUPPORT	32
INDEX TERMS	32

[Intervention Review]

Exercise for type 2 diabetes mellitus

Diana Thomas¹, Elizabeth J Elliott², Geraldine A Naughton³

¹Centre for Evidence Based Paediatrics Gastroenterology and Nutrition (CEBPGAN), The Children's Hospital at Westmead, The University of Sydney, Westmead, Australia. ²Department of Paediatrics and Child Health, Director of Centre for Evidence Based Paediatric Gastroenterology and Nutrition (CEBPGAN), The Children's Hospital at Westmead; The University of Sydney, Westmead, Australia. ³Director, Centre of Physical Activity Across the Life Span, Australian Catholic University, Strathfield, Australia

Contact address: Diana Thomas, Centre for Evidence Based Paediatrics Gastroenterology and Nutrition (CEBPGAN), The Children's Hospital at Westmead, The University of Sydney, Locked Bag 4001, Westmead, NSW 2145, Australia. dianat@chw.edu.au. drdthomas@hotmail.com.

Editorial group: Cochrane Metabolic and Endocrine Disorders Group.

Publication status and date: Edited (no change to conclusions), published in Issue 1, 2009.

Review content assessed as up-to-date: 30 March 2005.

Citation: Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Issue 3. Art. No.: CD002968. DOI: 10.1002/14651858.CD002968.pub2.

Copyright © 2009 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

ABSTRACT

Background

Exercise is generally recommended for people with type 2 diabetes mellitus. However, some studies evaluate an exercise intervention including diet or behaviour modification or both, and the effects of diet and exercise are not differentiated. Some exercise studies involve low participant numbers, lacking power to show significant differences which may appear in larger trials.

Objectives

To assess the effects of exercise in type 2 diabetes mellitus.

Search methods

Trials were identified through the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), MEDLINE, EMBASE and manual searches of bibliographies.

Selection criteria

All randomised controlled trials comparing any type of well-documented aerobic, fitness or progressive resistance training exercise with no exercise in people with type 2 diabetes mellitus.

Data collection and analysis

Two authors independently selected trials, assessed trial quality and extracted data. Study authors were contacted for additional information. Any information on adverse effects was collected from the trials.

Main results

Fourteen randomised controlled trials comparing exercise against no exercise in type 2 diabetes were identified involving 377 participants. Trials ranged from eight weeks to twelve months duration. Compared with the control, the exercise intervention significantly improved glycaemic control as indicated by a decrease in glycated haemoglobin levels of 0.6% (-0.6 % HbA_{1c}, 95% confidence interval (CI) -0.9 to -0.3; P < 0.05). This result is both statistically and clinically significant. There was no significant difference between groups in whole body mass, probably due to an increase in fat free mass (muscle) with exercise, as reported in one trial (6.3 kg, 95% CI 0.0 to 12.6).

Exercise for type 2 diabetes mellitus (Review)

Copyright © 2009 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

1

There was a reduction in visceral adipose tissue with exercise (-45.5 cm², 95% CI -63.8 to -27.3), and subcutaneous adipose tissue also decreased. No study reported adverse effects in the exercise group or diabetic complications. The exercise intervention significantly increased insulin response (131 AUC, 95% CI 20 to 242) (one trial), and decreased plasma triglycerides (-0.25 mmol/L, 95% CI -0.48 to -0.02). No significant difference was found between groups in quality of life (one trial), plasma cholesterol or blood pressure.

Authors' conclusions

The meta-analysis shows that exercise significantly improves glycaemic control and reduces visceral adipose tissue and plasma triglycerides, but not plasma cholesterol, in people with type 2 diabetes, even without weight loss.

PLAIN LANGUAGE SUMMARY

Exercise for type 2 diabetes mellitus

Exercise, dietary changes and medications are frequently used in the management of type 2 diabetes. However, it is difficult to determine the independent effect of exercise from some trials because exercise has been combined with dietary modifications or medications, or compared with a control which includes another form of intervention. The review authors aimed to determine the effect of exercise on blood sugar control in type 2 diabetes.

This review found that exercise improves blood sugar control and that this effect is evident even without weight loss. Furthermore, exercise decreases body fat content, thus the failure to lose weight with exercise programmes is probably explained by the conversion of fat to muscle. Exercise improved the body's reaction to insulin and decreased blood lipids. Quality of life was only assessed in one study, which found no difference between the two groups. No significant difference was found between groups in blood levels of cholesterol or blood pressure. A total of 14 randomised controlled trials were assessed. These included 377 participants and compared groups that differed only with respect to an exercise programme intervention. The duration of the interventions in the studies ranged from eight weeks to one year. Two studies reported follow-up information, one at six months after the end of the six month exercise intervention and one at twelve months post-intervention. Generally, the studies were well-conducted, but blinding of outcome assessors was not reported and although all studies reported that randomisation was performed, few gave details of the method.

No adverse effects with exercise were reported. The effect of exercise on diabetic complications was not assessed in any of the studies.

The relatively short duration of trials prevented the reporting of any significant long term complications or mortality. Another limitation was the small number of participants included in the analyses for adiposity, blood pressure, cholesterol, body's muscle and quality of life.

BACKGROUND

Description of the condition

Diabetes mellitus is a metabolic disorder resulting from defective insulin secretion, insulin action, or both. A consequence of this is chronic hyperglycaemia (that is elevated levels of plasma glucose) with disturbances of carbohydrate, fat and protein metabolism. Long-term complications of diabetes mellitus include retinopathy, nephropathy and neuropathy and increased risk of cardiovascular disease. For a detailed overview of diabetes mellitus, please

see 'Additional information' provided by the Metabolic and Endocrine Disorders Group in *The Cochrane Library* (see 'About The Cochrane Collaboration', 'Collaborative Review Groups'). For an explanation of methodological terms, see the main Glossary in *The Cochrane Library*.

Description of the intervention

In non-diabetic participants, studies have shown that exercise reduces hyperglycaemia, insulin resistance, hypertension and dyslipidaemia, and provides a protective effect against cardiovascular

disease (ADA 1997; Bouchard 1994; Després 1997; Kelley 1995; NIH 1998; Shaw 2001). Exercise, in addition to diet modification and medication, has long been recommended as one of the three main components to diabetic therapy (Joslin 1959). People with type 2 diabetes are encouraged to increase physical activity, because studies in people without diabetes suggest it may reduce hyperglycaemia and body fat and improve protection against developing cardiovascular complications. The low cost and non-pharmacological nature of exercise enhances its therapeutic appeal.

Even though exercise is recommended as part of diabetic therapy, its effects in type 2 diabetes are not well documented and there have been no large studies with adequate statistical power to guide practitioners in recommending exercise programmes for the management of type 2 diabetes. Published exercise intervention trials, using different types of intervention, usually have small sample sizes since they are difficult and expensive to conduct. The findings have varied.

The optimal type, frequency, intensity and duration of exercise for achieving therapeutic goals in type 2 diabetes are not known. Aerobic exercise, which is the repetitive cyclical movements caused by contraction of the large muscle masses relying on aerobic energy pathways, is the usual intervention in exercise studies. In aerobic exercise, the muscular and cardiorespiratory systems are involved (for example brisk walking, cycling, swimming, and jogging). Resistance training, which is exercise using muscular strength to move a weight or to work against a resistive load (for example exercise with free weights or weight machines) may also be used as an intervention. Resistance training increases muscle strength and size when performed regularly at a sufficient intensity.

In type 2 diabetes, the promotion of weight loss is one mechanism through which exercise may be beneficial (Ivy 1997; Wallberg-H. 1998) since obesity, especially abdominal obesity, is associated with metabolic abnormalities in diabetes. However, studies in both diabetic and non-diabetic people demonstrate that, even without any weight loss, exercise may still be beneficial. For example, a single bout of exercise lowers plasma glucose levels and increases insulin sensitivity (Wallberg-H. 1998). Insulin sensitivity can be measured, using radioimmunoassay, over the period of a three hour oral glucose tolerance test, with blood specimens being tested every half hour (Tessier 2000). The incremental area under the insulin curve thus obtained indicates the degree of insulin sensitivity. The adaptations to a single bout of exercise are short lived (King 1995) and some of the benefits from exercise training may be due to the repeated acute improvements which follow individual exercise sessions (Albright 2005).

Exercise is usually a general recommendation prescribed for people with type 2 diabetes, especially in the early stages. The longer the disease has been present, the greater likelihood there is of disease complications, which may limit exercise. Possible adverse effects of exercise in people with type 2 diabetes mellitus may include an abnormal cardiovascular response to exercise or problems related to foot care (Constantini 2005). Exercise capabilities may be limited

by the presence of retinopathy, neuropathy or nephropathy.

In a review of different weight loss strategies in type 2 diabetes (Brown 1996), the effect of aerobic exercise on diabetic control was reported. Of the 89 studies included, 10% had exercise interventions, but only five studies had a control group. It was concluded that exercise caused a reduction in glycated haemoglobin and a decrease in body mass. A meta-analysis of controlled clinical trials (Boule 2001) addressed the effect of exercise on glycaemic control and body mass in type 2 diabetes and concluded that exercise training reduces glycated haemoglobin, but not body mass. However, Boule et al included some non-randomised controlled trials, and also some trials in which diet was a co-intervention with exercise in the intervention group, while the same diet was not also applied to the control group. Hence, it was not possible to measure the effects of the exercise per se.

Why it is important to do this review

The object of this systematic review was to explore the independent effect of exercise in people with type 2 diabetes. All randomised controlled trials in which the only difference between the intervention group and the comparison group was that the intervention group performed well-documented exercise were included. Our review included a range of outcome measures. We assessed the effects of different types of exercise interventions by performing subgroup analyses, to provide explanations for variations found in individual trials and evaluated the scientific evidence to support or refute the role of exercise interventions.

OBJECTIVES

To assess the effects of exercise in type 2 diabetes mellitus.

METHODS

Criteria for considering studies for this review

Types of studies

Inclusion criteria

Trial design

We considered all randomised controlled trials (RCT) comparing aerobic, fitness or progressive resistance training exercise with no exercise in type 2 diabetes mellitus.

Trial duration

We included trials of eight weeks or longer, because we wanted to evaluate the effect of ongoing exercise training rather than acute single bouts of exercise. A training period of less than eight weeks would be too short to show alteration in either glycated haemoglobin concentrations or body mass. A post-intervention follow-up of at least six months would have been ideal to specify also, however this was not an absolute criterion for study inclusion.

Exclusion criteria

Single bout exercise interventions; studies where the intervention involved only the recommendation of increased physical activity, without further detail; studies where the exercise intervention was not either directly supervised or well-documented; studies where there was a co-intervention in the experimental group such as a dietary alteration or counselling that was not also applied to the control group.

Studies where the same diet was applied to both the intervention group and the control group and hence the exercise in the intervention group was the only difference between the two groups, were not excluded.

Types of participants

The participants were males and females with type 2 diabetes. Ideally, the diagnostic criteria for type 2 diabetes mellitus should have been described in the trial. To be consistent with changes in classification and diagnostic criteria of diabetes through the years, the diagnosis should have been established using the standard criteria valid at the beginning of the trial. Acceptable diagnostic criteria included those described by: the National Diabetes Data Group standards (NDDG 1979), the World Health Organisation standards (WHO 1980; WHO 1999) or the American Diabetes Association standards (ADA 1997b). The major difference between the different standards is that the ADA cutoff point for diabetes is a fasting blood glucose level of equal to or more than 7.0 mmol/L whereas the other two standards use a cutoff of equal to or more than 7.8 mmol/L. Changes in diagnostic criteria may have produced variation in the clinical characteristics of the people included in trials as well as in the results obtained.

Studies performed on people with impaired glucose tolerance (IGT) were not included in the analysis. Where studies reported the combined results for people with type 2 diabetes and IGT, we contacted the authors requesting individual data. If these data were not provided, the trial was excluded.

Types of interventions

The included studies prescribed an exercise intervention, defined as a pre-determined program of physical activity. Physical activity can comprise any body movement produced by skeletal muscle,

resulting in an increase in energy expenditure. In contrast, exercise prescriptions include specific recommendations for the type, intensity, frequency and duration of physical activity with a specific objective (that is, increase fitness or health) (Bouchard 1994). Studies that stated they simply recommended increasing physical activity were not included in the analyses unless it was possible to quantify the exercise stimulus.

We intended to measure the effect of exercise, hence only included studies where the only difference in interventions between groups was exercise. Using this inclusion criteria, studies involving dietary or medication changes were eligible for inclusion only when the same treatments were applied to both the control and intervention groups. The review includes studies involving three types of intervention:

- exercise versus non-exercise control;
- exercise plus diet versus diet alone;
- exercise plus medication versus medication alone.

Types of outcome measures

Primary outcomes

- glycaemic control measured as percent glycated haemoglobin (HbA_{1c}) (or fasting glucose concentration, glucose tolerance test, post prandial blood glucose);
- body mass indices (body mass (kg), body mass index (BMI) (kg/m²), visceral adipose tissue (cm²), subcutaneous adipose tissue (cm²), muscle mass (kg));
- adverse events (hypoglycaemic reactions, exercise induced injuries).

Secondary outcomes

- insulin sensitivity (area under the insulin curve, KITT constant, plasma insulin concentrations);
- blood lipids (mmol/litre): total cholesterol, high density lipoprotein-cholesterol (HDL), low-density lipoprotein-cholesterol (LDL), triglycerides;
- blood pressure (mmHg);
- quality of life (using validated instruments such as SF-36, Euroqol);
- fitness (as measured by maximal exercise capacity (VO_{2max}));
- diabetic complication rates (diabetic neuropathy, diabetic retinopathy, diabetic nephropathy and diabetic cardiovascular disease);
- mortality.

This review focused on clinically important outcomes, measured using physiological variables associated with diabetes and its complications. The secondary outcomes hyperinsulinaemia dyslipidaemia and hypertension are also associated with cardiovascular disease (Bouchard 1994; Després 1997; Lamerche 1998;

Yki-Yarvinen 1998). Knowledge of the effects of exercise on these variables is important since people with type 2 diabetes have morbidity and mortality rates from cardiovascular disease two to four fold higher than people without diabetes (Meltzer 1998).

Timing of outcome assessment (length of intervention)

Studies were classified as short term (less than three months), medium term (three to less than six months), long term (6 to 12 months) and over 12 months duration, according to the timing of the outcome assessments measured at the end of the intervention.

Search methods for identification of studies

Electronic searches

We searched the following databases

- *The Cochrane Library*, including the Cochrane Controlled Trials Register (CENTRAL, Issue 1, 2005);
- MEDLINE and EMBASE were searched from January 1966 (when possible) to March 2005

For detailed search strategies please see under Appendix 1. We placed no language restrictions on either the search or the included trials.

Searching other resources

The reference lists of review articles and included studies were handsearched for other potentially eligible studies. Furthermore, other potentially eligible studies were sought through experts in the field.

Data collection and analysis

Selection of studies

To determine the studies to be assessed, two authors (DT and GN) independently reviewed the titles, abstract sections and keywords of every record retrieved from the search. The full articles were retrieved for further assessment when the information suggested that the study may fit the review criteria. Any trial that clearly did not fulfil the selection criteria, for example, the participants did not have type 2 diabetes mellitus, there was no control group, the trial included a co-intervention which was not also applied to the control group or the trial only measured the acute effect of a single exercise session, was eliminated. From the full articles of the remaining studies, the decision to eliminate a trial was based on agreement by all three authors. When a trial was excluded after this, a record of the article, including the reason for exclusion, was

retained (see [Characteristics of excluded studies](#)). We had planned to measure inter-rater agreement using Cohen's kappa statistic (Fleiss 1981) and to discuss any differences in opinion with a third party. However, as the authors were unanimous in their initial choices of abstracts for further investigation, this was not done.

Data extraction and management

Two authors (DT and GN) independently extracted the data on study population, intervention and outcome in each included study, using a standard data extraction form, which included the following:

- general information: published/unpublished, title, authors, source, contact address, country, setting, language, year of publication, duplicate publication, source of funding;
- trial characteristics: design, randomisation (and method if stated), allocation concealment, blinding of outcome assessors;
- participants: if randomised, inclusion criteria, exclusion criteria, total number in intervention/control groups, sex, age, baseline characteristics, diagnostic criteria, similarity of groups at baseline, withdrawals/losses to follow-up;
- intervention and comparator, duration of trial;
- outcomes: Outcomes specified in the methods, other outcomes assessed, length of post-intervention follow-up if applicable;
- results: For continuous variables, we extracted the number of participants, and the baseline and post-intervention means with standard deviations (SD) (or standard error of the mean (SEM) or 95% confidence interval (95% CI)) for the intervention and control groups. We transformed SEM or 95% CI into SD, if appropriate. There were no relevant dichotomous variable outcomes.

Variations in data extraction were resolved by consensus, referring back to the original data.

We contacted three authors, two for clarification and one to request raw data.

When data were available only in graph form, the best estimate of the mean and SD was obtained. When post-intervention measures of dispersion (SD, SEM or 95% CI) were not available (for example when post-intervention information was expressed as percentage change from baseline values) the measure of dispersion at baseline was used as the post-intervention value. However, this extrapolation was only performed when other pre- and post- measures of dispersion were similar for the same outcomes in other trials. Variation at baseline should be greater than at post-intervention, hence any such replacement should be conservative.

Assessment of risk of bias in included studies

The methodological quality of each included randomised controlled trial was assessed independently by two authors (DT and

GN), based on quality criteria specified by Schultz and Jadad (Jadad 1996; Schultz 1995). The following factors were studied: (1) Minimisation of selection bias - a) was the randomisation procedure adequate? b) was the allocation concealment adequate? (2) Minimisation of attrition bias - a) were withdrawals and drop-outs completely described? b) was the analysis by intention-to-treat?

(3) Minimisation of detection bias - were the outcome assessors blind to the intervention?

Blinding of the people administering the intervention, as well as the participants actually doing the exercise is impossible in exercise intervention trials, so only the blinding of outcome assessors was assessed.

We had planned a sensitivity analysis based on classification of the studies into three categories (*Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*):

A - low risk of bias: all quality criteria met;

B - moderate risk of bias: one or more of the quality criteria only partially met;

C - high risk of bias: one or more quality criteria not met, as well as exploring the effect of the individual quality criteria. However, as there were insufficient data, this was not done.

We assessed each trial independently for quality, and for any differences of opinion we had planned to calculate the level of inter-rater agreement using the kappa statistic (Fleiss 1981), resolving the differences by discussion. However, there was no disagreement on quality assessment.

Assessment of reporting biases

We assessed funnel plot asymmetry to explore bias (Cooper 1994).

Data synthesis

Data were summarised statistically, when they were sufficiently uniform and of sufficient quality.

For continuous outcomes, weighted mean differences (WMD) between the post-intervention values of the intervention and control groups were used to analyse the size of the intervention effects. When the information was provided, we used an intention-to-treat analysis. If results for continuous outcomes had been presented on different scales, we had planned to use standardised mean differences (SMD).

All data were initially analysed with a fixed effect model. We tested for heterogeneity between trial results using a standard chi-squared test to observe whether any variation in study results was compatible with the variation expected by chance alone. A significance level of $\alpha = 0.1$ was used for the test of heterogeneity. The I^2 parameter was used to quantify any inconsistency ($I^2 = [(Q-df)] \times 100\%$, where Q is the chi-squared statistic and df is its degrees

of freedom) (Higgins 2003). A value for I^2 greater than 50% was considered to be substantial heterogeneity. Where heterogeneity was found, we attempted to determine potential sources of heterogeneity with various subgroup and sensitivity analyses.

Subgroup analysis and investigation of heterogeneity

We performed length of intervention subgroup analyses excluding the longest study and the two longest studies for our main outcome, glycated haemoglobin, as there were sufficient data for this (less than three months, three to less than six months, six to twelve months and over twelve months). Other subgroup analyses planned, but with insufficient data to pursue were:

- age (less than 18 years, 18 to 45 years, older than 45 years);
- sex (male or female);
- body mass (body mass index less than 25, over 25);
- medication (receiving medication, not receiving medication);
- post-intervention follow-up timing (less than six months, six to twelve months, more than twelve months);
- the type of exercise intervention (aerobic or non-aerobic);
- exercise frequency (less than three times per week, more than three times per week).

Sensitivity analysis

We had proposed to perform sensitivity analyses to explore the influence of a number of other factors on effect size, by repeating the analysis:

- excluding unpublished studies;
- taking study quality, as specified above, into account;
- excluding any large studies to establish how much they dominated the results;
- excluding studies using the following filters: diagnostic criteria, language of publication, source of funding (industry versus other), country.

RESULTS

Description of studies

See: [Characteristics of included studies](#); [Characteristics of excluded studies](#).

Three authors were contacted for further information. Professor Sato was contacted for clarification on whether the participants had been randomised in the Yamanouchi 1995 study. We received a rapid response, confirming that the trial had been a controlled clinical trial and randomisation had not been possible under the circumstances. We also contacted Bogardus 1984, to ask if they had separate data for type 2 diabetes and impaired glucose tolerance

(IGT) participants, since these are combined in the paper and impaired glucose tolerance was one of our exclusion criteria. We received an efficient response informing us that no raw data for this trial were available. These studies are included in the table [Characteristics of excluded studies](#).

Results of the search

From the initial search, 2101 records were identified, and from these, 98 full papers were identified for further examination. The other studies were excluded on the basis of their abstracts because they were not relevant to the question under study. Main reasons for exclusion were: exercise was not the sole intervention, articles were reviews, studies did not compare similar groups, (for example only one group had type 2 diabetes, all participants did not have type 2 diabetes, or participants with type 2 diabetes were indistinguishable from those with impaired glucose tolerance), the intervention was less than eight weeks, the paper was on prevention rather than treatment of type 2 diabetes or the study had no control group, no randomisation, or else insufficient data were provided (Kaplan 1985; Kaplan 1987). See Appendix 3 for details of the amended QUOROM statement.

From 35 potentially appropriate papers selected for closer examination, 14 studies finally met the inclusion criteria. Two studies (Mourier 1997; Ronnema 1986) reported results through two papers.

Assessment of publication bias inter-rater agreement

Two authors (DT and GN) reviewed the studies. There was agreement on the studies to be extracted for closer inspection from the searches. The full papers were obtained, and from these, the studies eligible for the review were selected. All three authors agreed on the final papers chosen for the review.

Included studies

Details of the characteristics of the included studies are given in the table [Characteristics of included studies](#). The following gives a brief overview.

Study types

All final 14 studies selected for the review were randomised controlled trials. They were conducted in Australia (Dunstan 1998; Dunstan 2002; Maiorana 2002), Canada (Cuff 2003; Tessier 2000), Denmark (Dela 2004), Finland (Loimaala 2003; Ronnema 1986), France (Mourier 1997), Israel (Raz 1994), Japan (Tsujiuchi 2002), New Zealand (Baldi 2003), and USA (Wing 1988b; Yeater 1990). The duration of the interventions ranged from eight weeks in four studies (Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997) to one study using six months (Samaras 1997) to

12 months (Loimaala 2003). One trial had a post-intervention follow-up at 12 months after the end of the 12 week intervention (Raz 1994). Another trial (Wing 1988b) reported data from a one-year follow-up, but not as the exercise group versus the control group, rather as the self-reporting of exercise from all the participants available in the trial. The shorter studies mainly involved progressive resistance training (Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997) and the exercise prescription in longer studies tended to involve moderate aerobic exercise such as walking (Tessier 2000) or cycling (Raz 1994) or controlled endurance training combined with muscle strength training (Loimaala 2003).

Participants

The included studies involved 377 participants. The number of participants in a single study ranged from 16 (Dela 2004; Yeater 1990) to 49 (Loimaala 2003) with a pooled total of 361 participants in studies reporting glycated haemoglobin. Of these, 198 participants received the exercise intervention. Only six studies (Baldi 2003; Cuff 2003; Dunstan 2002; Loimaala 2003; Raz 1994; Tessier 2000) included more than 16 participants in the intervention group, one having 24 (Loimaala 2003). The mean age of most groups was between 45 (Mourier 1997) and 65 (Tessier 2000) years and slightly more men than women participated. No study included children.

Interventions

Duration

Exercise interventions ranged from eight weeks duration (Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997; Yeater 1990) to one year (Loimaala 2003). Two trials (Raz 1994; Wing 1988b) reported post-intervention follow-up results, Raz et al at six months after the end of the six month intervention and Wing et al at 12 months post-intervention. The most common duration of the intervention was either eight weeks (Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997; Yeater 1990) or 16 weeks (Cuff 2003; Ronnema 1986; Tessier 2000; Tsujiuchi 2002). In two studies the intervention was 10 weeks, (Baldi 2003; Wing 1988b), in two studies over 12 weeks (Dela 2004; Raz 1994) and in one study over 24 weeks (Dunstan 2002). One intervention lasted 52 weeks (Loimaala 2003).

The duration of individual exercise sessions varied from at least 30 minutes for resistance training (Dela 2004; Loimaala 2003) to 120 minutes for a Qi Gong program (Tsujiuchi 2002). Approximately 60 minutes duration per exercise session was cited in seven studies. The number of weekly sessions in the interventions varied from one (Tsujiuchi 2002) to seven (Ronnema 1986). Individual details are provided in the table [Characteristics of included studies](#). The Mourier 1997 study had a design that enabled two sets of comparison groups within the one study.

Frequency

Most interventions involved three sessions per week with exercise occurring on non-consecutive days. This accords with recovery and adaptation principles of exercise programming. One recent study using Qi Gong involved one two-hour session per week (Tsujiuchi 2002). Two studies required participants to complete one unsupervised session in addition to the three (Loimaala 2003; Wing 1988b) or two (Raz 1994) sessions supervised by researchers. Compliance with exercise five or more times per week was required in two studies (Dela 2004; Ronnema 1986). One of these five weekly sessions studies (Dela 2004) was home-based rather than community based with compliance monitored using hidden counters on the cycle ergometers.

Types of exercise

The studies in this systematic review included various types of exercise interventions, both resistance and aerobic based. In some of the studies using aerobic training programmes, a choice of aerobic activities was made available to participants (Raz 1994; Ronnema 1986; Yeater 1990). In some trials, additional unsupervised exercise sessions were also included (Loimaala 2003; Raz 1994; Wing 1988b). In one study, the use of hidden counters on the cycle ergometers was a novel way of supervision and effectively measured compliance (Dela 2004). In the studies using progressive resistance training, the loads imposed in recent trials (Dunstan 2002; Loimaala 2003) were higher than in other trials (Dunstan 1998; Tessier 2000). Usually loads are lighter for the first two weeks, after which they are increased (Baldi 2003; Dunstan 1998; Dunstan 2002; Mourier 1997). In some studies, re-assessment of progression in resistance training programmes was routine (Dunstan 1998; Loimaala 2003). In other trials, progression was determined on an individual goal attainment basis (Baldi 2003; Dunstan 2002). Detailed descriptions of the exact resistance training regimes used in more recent studies mean that these could be accurately duplicated (Cuff 2003; Dunstan 2002). One study provided the control group with short supervised stretching regimes (Dunstan 2002).

Intensity of exercise intervention

Traditionally interventions were either progressive resistance training (Dunstan 1998) or moderate aerobic training (Baldi 2003; Mourier 1997; Raz 1994; Wing 1988b; Yeater 1990). Longer trials involved combinations of progressive resistance and at least some aerobic training (Cuff 2003; Dela 2004; Dunstan 2002; Loimaala 2003). Progressive resistance training prescriptions have been described with increasing accuracy over the past two decades and more recent studies describe the precise regime and duration of intervals between sets as well as the frequency of re-testing during the trials (Cuff 2003; Dunstan 2002).

Percentage of the maximal oxygen uptake (Ronnema 1986; Tessier 2000), peak oxygen uptake (Mourier 1997), or peak heart

rate (Maiorana 2002) were scales used to define the percentage effort required in the interventions. Exercise modalities included continuous and intermittent cycling (Mourier 1997), progressive increases in walking (Dela 2004; Tessier 2000; Yeater 1990) and mixed aerobic sessions of running, cycling, skiing, and swimming (Raz 1994; Ronnema 1986). Among more recent studies, mixed aerobic and resistance training sessions were prescribed (Cuff 2003; Loimaala 2003; Maiorana 2002; Tessier 2000). One study prescribed a two hour session of Qi-gong (Tsujiuchi 2002).

Outcomes

Original data can be found in Appendix 4 and Appendix 5.

Primary outcomes

Glycaemic control

Glycated haemoglobin was used as the principal measure for glycaemic control in this review (Peters 1996). All 14 studies measured glycated haemoglobin, involving a total of 377 participants. There were 361 participants in the meta-analysis (Baldi 2003; Cuff 2003; Dela 2004; Dunstan 1998; Dunstan 2002; Loimaala 2003; Maiorana 2002; Mourier 1997; Raz 1994; Ronnema 1986; Tessier 2000; Tsujiuchi 2002; Wing 1988b) and 16 participants in the Yeater 1990 study, which, while described as a randomised controlled trial, provided no data for the control group and so could not be included in the meta-analysis.

Other measures relating to plasma glucose concentrations that were reported were fructosamine (Raz 1994), fasting plasma glucose concentration and AUC (area under the curve) glycaemia (Tessier 2000). Nine studies measured fasting plasma glucose concentration (Baldi 2003; Dela 2004; Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997; Raz 1994; Ronnema 1986; Tessier 2000; Wing 1988b). One study reported results of oral glucose tolerance tests (Ronnema 1986).

Body mass index

Ten studies (n = 248) reported results for body mass (Baldi 2003; Cuff 2003; Dela 2004; Dunstan 1998; Dunstan 2002; Maiorana 2002; Mourier 1997; Ronnema 1986; Tessier 2000; Wing 1988b) and five of these studies also included body mass index (BMI) (Dela 2004; Dunstan 1998; Maiorana 2002; Mourier 1997; Tessier 2000). One study (Yeater 1990) reported that body mass did not change but gave no data. Two studies (Loimaala 2003; Raz 1994) included only body mass index. One study (Baldi 2003) reported both fat free mass (a measure of musculoskeletal mass) and fat mass. Two studies reported visceral and subcutaneous adipose tissue (Cuff 2003; Mourier 1997).

Fiche de lecture n°3 : « Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis »

AUTEURS	Snowling, Neil J., et Will G. Hopkins
TYPE	Meta-analyse
PARUTION	<i>Diabetes Care</i> 29, n° 11 (novembre 2006)
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	<p>Introduction</p> <p>Effets des différents modes d'entraînement sur les mesures de la glycémie et d'autres facteurs de risque de complications du diabète.</p> <p>Objectifs</p> <p>Les 27 études de qualification = essais contrôlés fournissant, pour chaque mesure, des estimations pour l'effet de l'entraînement en aérobic, pour l'entraînement en résistance et pour l'entraînement combiné, avec 1003 patients diabétiques de type 2 (55 ans 7 ans) sur 5-104 semaines. Le modèle mixte méta-analytique comprenait les covariables de l'effet principal pour contrôler les différences entre les études en ce qui concerne la sévérité de la maladie, le sexe, le temps total de formation, l'intensité de la formation et la cointervention (13 essais). Pour interpréter les grandeurs, les effets ont été normalisés après la méta-analyse en utilisant la ligne de base mixte entre les sujets.</p> <p>Résultats</p> <p>Les différences entre les effets de l'aérobic, de la résistance et de la formation combinée sur l'HbA1c (A1C) étaient insignifiantes; Pour une formation de 12 semaines, l'effet global était une petite réduction bénéfique (A1C 0,8 % [indice de confiance moyenne de 90%]). Pour d'autres facteurs de risque, il y avait soit de petits avantages, soit des effets négligeables, même si la formation combinée était généralement supérieure à l'entraînement aérobic et à la résistance.</p> <p>Conclusion</p> <p>Toutes les formes d'entraînement exercent de petits avantages dans le contrôle principal de la glycémie : HBA1C. Les effets sont semblables à ceux des traitements alimentaires, des médicaments et de l'insuline. L'importance clinique de la combinaison de ces traitements nécessite de plus amples recherches.</p>

Analyse : L'intensité de l'exercice a été incluse par une valeur numérique entière de 1 (marche facile) à 5 (exercice aérobic 80 % de VO₂max, 85% de la 1RM, pas d'études réalisées à 5).

Les auteurs n'ont pas développé les échelles pour une mesure similaire mais l'effet de l'exercice par rapport au GC.

Résultats :

Il y eu des réductions claires mais petites de l'HbA1c dans les 3 types d'exercice

Aérobic : -0,7 % (-1,0 - -0,4)

Résistance : -0,5 % (-1,0 à -0,1)

Les 2 : -0,8% (-1,3 à -0,2)

Durée d'étude ≥ 12 sem. : -0,8 % +/-0,3

Durée d'étude ≤ 12 sem. : -0,4 % +/- 0,4

Petit bénéfice à combiner les 2 types d'exercices.

L'effet de l'exercice combiné sur la sensibilité à l'insuline a été large, mais le degré large d'incertitude nous donne un réel effet petit à modéré.

Il y avait peu d'effet synergique d'une co-intervention alimentaire ; Cette constatation peut aussi rassurer les cliniciens que les effets de l'alimentation s'ajouteront linéairement à ceux de l'exercice, bien que les effets néfastes apparents d'une co-intervention sur les LDL et le cholestérol total doivent être clarifiés.

L'effet de la durée du programme d'exercice était cohérent avec le temps de diminution de l'HbA1c. Pour autant l'effet du temps d'exercice total et les autres mesures étaient triviales. Cette constatation est compatible avec la plupart des patients atteignant un état stable dans leurs programmes d'exercice et de gagner aucun avantage supplémentaire de plus d'exercice.

Meilleur ECR : Mourier & al (1997) -> -2,6 pour 21 Sujets de 46 ans de moyenne d'âge sur 10 sem. à 75% de Vo2Max. -2% de bodymass

Education 1 mois : 8 séances de 2h pour apprendre à réaliser un ex 2 fois par semaine à dom au niveau du Vt (marche ou gym) pendant 4 (min. à la FC cible.

Durées d'exercice moyenne : 30-120 min par séance

Fréquence hebdomadaire moyenne : 3 à 7 par semaine, 3 +++

Intensité moyenne : 50 - 80% VO2Max, meilleur résultat à 75 % de VO2max

Diminution moyenne de l'IMC selon le mode :

Aérobic : -1,5% bodymass (-2,1 à -1,0)

Résistance : +0,5 (-0,3 à 1,4)

Les 2 : -5,1 (-7,6 à -2,5)

Les durées plus longues (plus de 12 semaines) d'exercice ont été généralement associées à des effets minimes, voire nocifs avec une confiance limitée du S. Doubler l'exercice avait peu un effet minime.

Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients

A meta-analysis

NEIL J. SNOWLING, MSc¹
WILL G. HOPKINS, PhD²

OBJECTIVE — We sought to meta-analyze the effects of different modes of exercise training on measures of glucose control and other risk factors for complications of diabetes.

RESEARCH DESIGN AND METHODS — The 27 qualifying studies were controlled trials providing, for each measure, 4–18 estimates for the effect of aerobic training, 2–7 for resistance training, and 1–5 for combined training, with 1,003 type 2 diabetic patients (age 55 ± 7 years [mean \pm between-study SD]) over 5–104 weeks. The meta-analytic mixed model included main-effect covariates to control for between-study differences in disease severity, sex, total training time, training intensity, and dietary cointervention (13 studies). To interpret magnitudes, effects were standardized after meta-analysis using composite baseline between-subject SD.

RESULTS — Differences among the effects of aerobic, resistance, and combined training on HbA_{1c} (A1C) were trivial; for training lasting ≥ 12 weeks, the overall effect was a small beneficial reduction (A1C $0.8 \pm 0.3\%$ [mean \pm 90% confidence limit]). There were generally small to moderate benefits for other measures of glucose control. For other risk factors, there were either small benefits or effects were trivial or unclear, although combined training was generally superior to aerobic and resistance training. Effects of covariates were generally trivial or unclear, but there were small additional benefits of exercise on glucose control with increased disease severity.

CONCLUSIONS — All forms of exercise training produce small benefits in the main measure of glucose control: A1C. The effects are similar to those of dietary, drug, and insulin treatments. The clinical importance of combining these treatments needs further research.

Diabetes Care 29:2518–2527, 2006

D iabetes is a group of metabolic disorders characterized by hyperglycemia resulting from defects in insulin secretion, insulin action (hepatic and peripheral glucose uptake), or both. The type 2 form of the disease is associated with obesity (1) and physical inactivity (2), and the prevalence of this form is increasing in Westernized countries, ow-

ing to the increasing prevalence of obesity and sedentary lifestyles.

Physical activity or structured exercise training used alone or in combination with diet, insulin injections, or oral hypoglycemic drugs are the foundations of therapy for type 2 diabetes (3,4). Evidence for the benefit of physical activity comes from studies showing that individ-

uals who maintain a physically active lifestyle are less likely to develop insulin resistance, impaired glucose tolerance, or type 2 diabetes (2,5). The effects of exercise training on glucose control and related physiological parameters have also been extensively studied in patients with type 2 diabetes. In 2001, Boulé et al. (6) published a meta-analysis showing beneficial effects of exercise training on one aspect of glucose control in diabetic patients, the percent of HbA_{1c} (A1C) in blood. They also found reductions in two measures of abdominal obesity and little effect on the only other parameter they meta-analyzed: body mass.

Of the 14 studies in the meta-analysis of Boulé et al. (6), 12 used aerobic training and 2 used resistance training. Some physiological adaptations to resistance training differ from those of aerobic training, so their effects on glucose control may differ (7). Boulé et al. (6) found little difference between effects of aerobic and resistance training, but there were insufficient studies of resistance training for this finding to be anything more than tentative. Since then, there have been numerous new studies of aerobic, resistance, and combined training. We have therefore meta-analyzed the effects of these three modes of training on A1C and other measures of glucose control in type 2 diabetic patients. We have included physiological parameters related to complications of diabetes, and we have dealt with study characteristics and magnitude of effects in more detail than in the previous meta-analyses.

RESEARCH DESIGN AND METHODS

Searches of PubMed and SportDiscus databases were performed for studies published in English up to and including May 2006. Reference lists of review articles and all included articles identified by the search were examined for other eligible studies. Only controlled trials of supervised exercise

From the ¹Faculty of Health and Environmental Sciences, Centre for Physical Activity and Nutrition Research, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand; and the ²Division of Sport and Recreation, Faculty of Health and Environmental Sciences, Institute of Sport and Recreation Research New Zealand, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand.

Address correspondence and reprint requests to Prof. Will Hopkins, Division of Sport and Recreation, Auckland University of Technology, Private Bag 92006, Auckland, New Zealand. E-mail: will@clear.net.nz.

Received for publication 23 June 2006 and accepted in revised form 9 August 2006.

A table elsewhere in this issue shows conventional and Système International (SI) units and conversion factors for many substances.

DOI: 10.2337/dc06-1317

© 2006 by the American Diabetes Association.

training programs on type 2 diabetic patients were eligible. We included studies that had at least one measure of glucose control (A1C, fasting glucose, postprandial glucose, fasting insulin, and insulin sensitivity). For these studies we extracted any measures of body mass (including BMI), fat mass (including fat mass as percent body mass, visceral fat mass, and skinfold sums), blood lipids (LDL cholesterol, HDL cholesterol, total cholesterol, and triglycerides), and blood pressure (systolic and diastolic).

Numerous studies were excluded on grounds of no control group (8–18). Some studies were excluded because the control group consisted of healthy subjects (19–25) or because the control group exercised (25–29). Other reasons for exclusion were as follows: subjects were a combination of diabetic patients and healthy subjects (30–32), the exercise program was interrupted (33,34), and program participation did not significantly increase physical activity (35). Only two studies were excluded because of insufficient data to calculate magnitude of the mean effect (36) and/or its SE (37) for at least one measure of glucose control. In one of these studies (36), the authors provided no values for A1C but reported a significant reduction ($P < 0.05$) using a nonparametric test to compare eight exercisers with eight nonexercisers. In the other (37), there was a 1.5% decrease in concentration of A1C in 14 exercisers relative to 10 nonexercisers ($P > 0.05$).

Of the 27 included studies, 18 were randomized, parallel-group, controlled trials; 1 was a randomized crossover trial; and 8 were controlled trials with unclear randomization. We included studies with a dietary cointervention in which the intervention and control groups were prescribed a caloric-restriction or other healthy diet and in which there was a reduction in body mass in at least the control group (38–43). Dietary compliance was assessed with diaries in all but one study (43), in which patients were hospitalized and provided with food.

Analyses

The main outcome from meta-analysis is a weighted mean of values of the outcome statistic from the various studies, where the weighting factor is the inverse of the square of the sampling SE of the statistic. The SE was derived from either the CI or P value of the outcome statistic or from SDs of change scores in control and exer-

cise groups. For studies where the only inferential information reported for one or more outcome statistics was either a P value inequality (usually $P < 0.05$ or $P > 0.05$) or, equivalently, the presence or absence of statistical significance (42–53), the values of all outcome statistics and their SEs, irrespective of P value, were derived from analysis of posttest means and SDs in the two groups. This strategy was aimed at reducing bias that might arise from adopting different computational methods based on P values, although the standardized effects and their confidence limits showed little change ($\sim \pm 0.04$) when analyses were repeated, making full use of the P values in all studies.

The meta-analyses were performed with a program (54) for the mixed-modeling procedure (PROC MIXED) in the SAS (version 8.2; SAS Institute, Cary, NC). Exercise modality (aerobic, resistance, or combined) was the most important effect in the fixed-effects model. Baseline mean value of the given measure was included as a covariate to control for the effect of disease severity; its effect was evaluated for two between-subject SDs (derived from the unweighted mean of the within-study variances) because the difference between the means of a normally distributed variable dichotomized into equal groups is 2.3 SDs. Sex of the subjects was included as a numeric effect (coded as proportion of male subjects in the study [range 0–1]). Exercise intensity was included as a numeric effect having an integer value of 1 (easy walking) through 5 (aerobic exercise $>80\%$ maximum oxygen uptake; resistance exercise $>85\%$ 1 repetition maximum; no studies achieved a 5); its effect was evaluated for two steps on this scale. To limit the number of covariates in the model, weekly frequency, session duration, and study duration were included in the model as a total time spent exercising during the study; this variable was approximately log normally distributed, so it was included after log transformation and its effect was evaluated for a doubling of exercise time. In an additional analysis for A1C, total exercise time was replaced in the model by study duration (two levels: <12 and ≥ 12 weeks) to account for the possibility that changes in A1C would require 8–12 weeks to plateau (55). Finally, dietary cointervention was included as a binary variable. Owing to the limited number of studies available, all fixed effects were included as main effects only; for this reason, we also limited the covariates to

those that were included in most studies and that might be expected on physiological grounds to moderate the effect of exercise. The remaining unexplained true variation (heterogeneity) within and between studies was estimated where possible as one or more random effect. When the random-effect meta-analysis failed to produce a solution with the full fixed-effects model (either because there were insufficient estimates of the measure to include in the analysis or because disparities between estimates prevented convergence on a solution), the fixed-effects model was simplified; estimates for the effects removed from the model were provided by a traditional fixed-effects meta-analysis, but the confidence limits for these effects are less trustworthy.

When different scales were used in different studies for a similar measure, we expressed the effect of exercise relative to control in each study as a percent; we then meta-analyzed the log-transformed measure for estimation of standardized effects and used back transformation to estimate mean percent effects. We adopted this approach with postprandial glucose, insulin sensitivity, body mass, body fat, and waist circumference. Fasting insulin was also analyzed following log transformation, since the wide range in baseline values between studies may reflect systematic methodological differences. The baseline mean value could not be included in the fixed-effects model for these variables. Postprandial glucose was measured using either area under the glucose curve following a glucose challenge (40,41,44,48,56) or glucose concentration at a specific time (42,50,53,57,58). Insulin sensitivity was measured using the insulin sensitivity index (57), homeostasis model assessment (39), hyperinsulinemic-euglycemic glucose clamp (43,46,59), and insulin tolerance test (49,50,52). Body mass was either the mass (weight in kilograms) (38–45,47,48,50,52,57–63) or the BMI (weight in kilograms divided by the square of height in meters) (46,51,64,65). Body fat included total fat mass and fat at specific sites determined by dual X-ray absorptiometry (39,46,60,63,65), hydrostatic weighing (57,62), estimation from skinfolds (47,50), and magnetic resonance imaging (41,50,52,59). Waist circumference was either the circumference (in centimeters) (39,41,50,60,65) or the waist-to-hip ratio (38,44,47,61).

For each outcome measure, funnel plots of the inverse of the SE of the esti-

mate of the effect versus the value of the estimate were examined qualitatively for evidence of outliers (points judged visually to be more than ~ 4 SDs of horizontal scatter away from the center of the plot). Six estimates were thereby excluded, as shown in Table 2: five because of unrealistically large positive or negative effects that presumably represent computational or transcriptional errors (38,41,50,62) and one because of an unrealistically small SE (60). There were too few estimates and too wide a range in the SEs for any firm conclusion about publication bias based on asymmetry in the funnel plot.

Meta-analyzed effects for each measure in each study were expressed as standardized (Cohen) effects (66) by dividing by the average baseline between-subject SD (derived as square root of unweighted mean of variances). Bias in the standardized effects was negligible and not corrected, owing to the large number of degrees of freedom in the estimate of the SD. Magnitudes of the standardized effects were interpreted using thresholds of 0.2, 0.6, and 1.2 for small, moderate, and large, respectively, a modification of Cohen's thresholds of 0.2, 0.5, and 0.8 (66); the modifications are based primarily on congruence with Cohen's thresholds for correlation coefficients (available at <http://newstats.org>). In keeping with recent trends in inferential statistics (e.g., 67), we made magnitude-based inferences about true (population) values of effects by expressing the uncertainty in the effects as 90% confidence limits. An effect was deemed unclear if its CI overlapped the thresholds for substantiveness (i.e., if the chances of the effect being substantially positive and negative were both $>5\%$); otherwise, the magnitude of the effect was reported as the magnitude of its observed value (68).

RESULTS

Descriptive statistics

Six of the 27 publications included in the meta-analysis (Table 1) provided two outcomes (via multiple groups, men and women, 3- and 6-month durations of training, or aerobic and combined training), giving 4–18 estimates for the effect of aerobic training, 2–7 for resistance training, and 1–5 for combined aerobic-resistance training (Table 2; e.g., there were 4 estimates for the effect of aerobic training on systolic blood pressure and 18 for its effect on A1C). Means and be-

tween-study SDs for the study-mean characteristics of the 1,003 subjects from the 27 studies were as follows: age 55 ± 7 years, duration of diabetes 4.9 ± 1.8 years, proportion of male subjects 0.55 ± 0.34 , proportion using medication for diabetes 0.71 ± 0.38 , baseline A1C $8.6 \pm 1.3\%$, and baseline fasting glucose 9.5 ± 1.7 mmol/l. Studies included in the meta-analysis had an intervention duration ranging from 5 to 104 weeks, a total training time of 58 ± 44 h, and a training intensity of 3.0 ± 0.7 on the 1- to 5-point scale.

Eight studies with a total of eight outcomes had no dropouts. Sixteen studies with 19 outcomes had dropouts explained as being unrelated to the intervention. Two studies with a total of four outcomes did not adequately explain dropouts, although the rate was low: 2 of 12 and 1 of 13 in exercise and control groups, respectively (42); 2 of 15 and 0 of 15 in exercise and control groups, respectively (42); and 4 of 85 in all groups combined (64). One study with two outcomes did not mention dropouts (59). For studies in which attendance at exercise sessions was stated (39–42,47,48,50,51,53,57,59,60), attendance rate was high (mean 86%); in two studies it was “good” (58,61); in one it was “very good” (49); and in one “met the requirement” was indicated (69). Twelve studies had no comment on exercise attendance. All studies appear to have been analyzed on an intention-to-treat basis (i.e., without excluding noncompliant subjects) in relation to exercise adherence.

Effects of exercise

The effects of exercise on the various outcome measures expressed as changes in absolute or percent units in each study are shown in Table 2, along with the meta-analyzed mean effects. Table 3 shows the meta-analyzed means and the effects of study characteristics, all expressed in standardized units with an interpretation of magnitudes.

There were clear but small reductions in A1C with all three exercise modes. For all other measures of glucose control (fasting glucose, postprandial glucose, insulin sensitivity, and fasting insulin), most of the effects were clearly beneficial and of small to moderate magnitude. The effect of combined exercise on insulin sensitivity was large, but the large degree of uncertainty (only one study contributed) allows for the true effect to be small to

moderate. For the anthropometric measures, only one effect of exercise was unclear and the remainder were either trivial or of small benefit. Aerobic and combined exercise had clear small or moderate effects on blood pressure, while the effects of resistance exercise were unclear. With the exception of a small benefit of combined exercise on HDL cholesterol and aerobic exercise on triglycerides, all three modes of exercise produced trivial or unclear effects on blood lipids.

In comparison with resistance exercise, aerobic exercise had a clear but small benefit for total cholesterol, and in comparison with aerobic exercise, combined exercise had a clear but small benefit for fasting glucose, body mass, HDL cholesterol, and diastolic blood pressure (Table 3). For all other outcomes, these pairwise differences between the exercise modes were trivial or unclear.

Moderating effects of study characteristics

The effects of initial mean value of A1C and fasting glucose show that there was a small additional benefit of exercise for patients with increased disease severity, whereas the effects on blood lipids were either trivial or unclear. The effect of disease severity on the other measures of glucose control and on anthropometry and blood pressure could not be estimated. There was a large benefit for male relative to female subjects for insulin sensitivity, but the uncertainty allows for this effect to be trivial through moderate; the other effects of sex were mainly unclear, and all are consistent with trivial or small differences. Longer total duration of exercise was generally associated with unclear or trivial effects, and the one small harmful effect had confidence limits consistent with a trivial effect. A further doubling of exercise time would have little further effect on any measures. Higher exercise intensity had a moderately harmful effect on one measure of glucose control; otherwise, the effects were unclear, trivial, or small and beneficial. Diet cointervention conferred several small beneficial and harmful effects to the effect of exercise, and its other effects were unclear or trivial. The unexplained differences between studies represented by the random effect were generally negligible or small, showing that the meta-analytic model adequately accounted for the between-study variation in effects of exercise.

In the additional analysis of the effect

Fiche de lecture n°4 : « Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association with HbA1c Levels in Type 2 Diabetes : A Systematic Review and Meta-Analysis .»

AUTEURS	Umpierre, Daniel, Paula A. B. Ribeiro, Caroline K. Kramer, Cristiane B. Leitão, Alessandra T. N. Zucatti, Mirela J. Azevedo, Jorge L. Gross, Jorge P. Ribeiro, et Beatriz D. Schaan.
TYPE	Revue systématique par méta-analyse
PARUTION	Mai 2011
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	<p>Résumé :</p> <p>L'exercice régulier améliore la glycémie dans le diabète, mais l'association de différentes étude d'entraînement sur le contrôle du glucose n'est pas claire.</p> <p>Objectifs :</p> <p>Effectuer une revue systématique et une méta-analyse des essais cliniques contrôlés randomisés (ECR) évaluant les associations de régimes d'entraînement structuré (aérobie, résistance ou les deux) et les conseils sur l'activité physique avec ou sans conseils alimentaires sur le changement de l'hémoglobine A1c (HbA1c) chez les patients diabétiques de type 2.</p> <p>Méthodes de recherche :</p> <p>Les bases de données MEDLINE, Cochrane-CENTRAL, EMBASE, ClinicalTrials.gov, LILACS et SPORTDiscus ont été recherchées de janvier 1980 à février 2011.</p> <p>Critères de sélection</p> <p>Des ECR d'au moins 12 semaines de formation ont évalué l'aptitude à une formation structurée ou à des conseils sur l'activité physique pour réduire les niveaux d'HbA1c comparativement à un groupe témoin chez les patients atteints de diabète de type 2.</p> <p>Deux examinateurs indépendants ont extrait les données et évalué la qualité des études incluses.</p> <p>Conclusions : La formation à l'exercice structuré consistant en l'exercice aérobie, l'entraînement par résistance ou les deux combinés est associée à la réduction de l'HbA1c chez les patients atteints de diabète de type 2. La formation structurée à l'exercice de plus de 150 minutes par semaine est associée à une plus forte baisse de l'HbA1c que celle de 150 minutes ou moins par semaine. Les conseils sur l'activité physique sont associés à une diminution de l'HbA1c, mais uniquement lorsqu'ils sont combinés à des conseils alimentaires.</p> <p>Données collectées et analyse</p> <p>Parmi les 4191 articles récupérés, 47 RCT (8538 patients) ont été inclus. Les différences moyennes combinées des taux d'HbA1c entre les groupes tests et les groupes témoins ont été calculées en utilisant un modèle à effets aléatoires. Dans l'ensemble, la formation structurée (23 études) a été</p>

	<p>associée à une baisse du taux d'HbA1c (-0,67%, IC 95%, -0,84% à -0,49%, I2, 91,3%) comparativement aux participants témoins. En outre, l'exercice aérobie structuré (-0,73%, IC 95%, -1,06% à -0,40%; I2, 92,8%), la formation structurée de résistance (-0,57%, IC 95%, -1,14% à -0,01% , I2, 92,5%) et les deux combinés (-0,51%, IC 95%, -0,79% à -0,23%; I2, 67,5%) ont chacun été associés à une baisse des taux d'HbA1C par rapport aux participants au témoin. Des durées d'exercice structurées de plus de 150 minutes par semaine étaient associées à des réductions d'HbA1c de 0,89%, alors que des durées d'exercice structurées de 150 minutes ou moins par semaine étaient associées à des réductions d'HbA1C de 0,36%. Dans l'ensemble, les interventions sur les conseils en matière d'activité physique (24 études) ont été associées à une diminution des taux d'HbA1c (-0,43%, IC à 95%, -0,59% à -0,28%, I2, 62,9%). Des conseils combinés en matière d'activité physique et des conseils diététiques ont été associés à une diminution de l'HbA1c (-0,58%, IC 95%, -0,74% à -0,43%, I2, 57,5%) comparativement aux participants témoins. Les conseils sur l'activité physique ne sont pas associés aux changements de l'HbA1c.</p> <p>Conclusion</p> <p>La formation à l'exercice structuré, qui consiste en l'exercice aérobie, l'entraînement par résistance ou les deux combinés, est associée à la réduction de l'HbA1c chez les patients atteints de diabète de type 2. La formation structurée à l'exercice de plus de 150 minutes par semaine est associée à une plus forte baisse de l'HbA1c que celle de 150 minutes ou moins par semaine. Les conseils sur l'activité physique sont associés à une diminution de l'HbA1c, mais seulement lorsqu'ils sont combinés à des conseils alimentaires.</p>
--	--

Résultats

47 ECR ont répondu aux critères d'inclusion. Le tableau en figure 1 récapitule les résultats bruts. 8538 patients au total : 848 pour exercice aérobie structurés, 261 en exercice en résistance structurés, 404 en combiné et 7025 en conseils d'AP.

15 ECR traitent de l'observance, 14 ont rapporté un taux d'adhérence de 75%. Toutes ont moins de 20% d'abandon SAUF les mesures autodéclarées -> subjectivité patient. 30 ECR n'ont par fourni de données sur les EI.

Risque de biais : [...] le calcul trim-and-fill a révélé que le biais de publication n'interférait pas dans l'interprétation des résultats

L'association globale de tout exercice structuré vs contrôle = réduction absolue de l'HbA1c était de -0,67% (IC 95%: -0,84% à -0,49%; I2, 91,3%; P pour l'hétérogénéité, 0,001)

18 études (848 patients) ont démontré que l'entraînement aérobie structuré était associé à une réduction absolue de l'HbA1c de 0,73% (IC 95%, -1,06% à -0,40%, I2, 92,8%, P pour l'hétérogénéité 0,001) par rapport au témoin.

4 articles (261 patients) ont démontré que la formation d'exercices de résistance structurée était associée à une baisse de l'HbA1c absolue de 0,57% (IC 95%, -1,14% à -0,01%, I2, 92,5%, P pour l'hétérogénéité 0,001) Par rapport au témoin.

7 articles (404 patients) ont démontré que la combinaison d'exercices aérobie et résistance était associée à une réduction de 0,51% (IC à 95%, -0,79% à -0,23%, I2, 67,5%; Hétérogénéité .001) par rapport aux participants témoins.

Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA_{1c} Levels in Type 2 Diabetes

A Systematic Review and Meta-analysis

Daniel Umpierre, MSc

Paula A. B. Ribeiro, MSc

Caroline K. Kramer, MD, ScD

Cristiane B. Leitão, MD, ScD

Alessandra T. N. Zucatti, PED

Mirela J. Azevedo, MD, ScD

Jorge L. Gross, MD, ScD

Jorge P. Ribeiro, MD, ScD

Beatriz D. Schaan, MD, ScD

EXERCISE IS A CORNERSTONE of diabetes management, along with dietary and pharmacological interventions.^{1,2} Current guidelines recommend that patients with type 2 diabetes should perform at least 150 minutes per week of moderate-intensity aerobic exercise and should perform resistance exercise 3 times per week.^{1,2} Previous meta-analyses³⁻⁶ demonstrated that structured exercise training including aerobic and resistance exercises reduces hemoglobin A_{1c} (HbA_{1c}) levels by approximately 0.6%. However, only 1 previous review separately analyzed associations of aerobic exercise, resistance training, and the combination of aerobic exercise and resistance training on change in HbA_{1c} levels.⁵ Since publication of this meta-analysis, 2 large randomized trials^{7,8} were published that reported contradictory findings regarding the types of

Context Regular exercise improves glucose control in diabetes, but the association of different exercise training interventions on glucose control is unclear.

Objective To conduct a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials (RCTs) assessing associations of structured exercise training regimens (aerobic, resistance, or both) and physical activity advice with or without dietary cointervention on change in hemoglobin A_{1c} (HbA_{1c}) in type 2 diabetes patients.

Data Sources MEDLINE, Cochrane-CENTRAL, EMBASE, ClinicalTrials.gov, LILACS, and SPORTDiscus databases were searched from January 1980 through February 2011.

Study Selection RCTs of at least 12 weeks' duration that evaluated the ability of structured exercise training or physical activity advice to lower HbA_{1c} levels as compared with a control group in patients with type 2 diabetes.

Data Extraction Two independent reviewers extracted data and assessed quality of the included studies.

Data Synthesis Of 4191 articles retrieved, 47 RCTs (8538 patients) were included. Pooled mean differences in HbA_{1c} levels between intervention and control groups were calculated using a random-effects model. Overall, structured exercise training (23 studies) was associated with a decline in HbA_{1c} level (−0.67%; 95% confidence interval [CI], −0.84% to −0.49%; *I*², 91.3%) compared with control participants. In addition, structured aerobic exercise (−0.73%; 95% CI, −1.06% to −0.40%; *I*², 92.8%), structured resistance training (−0.57%; 95% CI, −1.14% to −0.01%; *I*², 92.5%), and both combined (−0.51%; 95% CI, −0.79% to −0.23%; *I*², 67.5%) were each associated with declines in HbA_{1c} levels compared with control participants. Structured exercise durations of more than 150 minutes per week were associated with HbA_{1c} reductions of 0.89%, while structured exercise durations of 150 minutes or less per week were associated with HbA_{1c} reductions of 0.36%. Overall, interventions of physical activity advice (24 studies) were associated with lower HbA_{1c} levels (−0.43%; 95% CI, −0.59% to −0.28%; *I*², 62.9%) compared with control participants. Combined physical activity advice and dietary advice was associated with decreased HbA_{1c} (−0.58%; 95% CI, −0.74% to −0.43%; *I*², 57.5%) as compared with control participants. Physical activity advice alone was not associated with HbA_{1c} changes.

Conclusions Structured exercise training that consists of aerobic exercise, resistance training, or both combined is associated with HbA_{1c} reduction in patients with type 2 diabetes. Structured exercise training of more than 150 minutes per week is associated with greater HbA_{1c} declines than that of 150 minutes or less per week. Physical activity advice is associated with lower HbA_{1c}, but only when combined with dietary advice.

JAMA. 2011;305(17):1790-1799

www.jama.com

For editorial comment see p 1808.



CME available online at
www.jamaarchivescme.com
and questions on p 1817.

Author Affiliations are listed at the end of this article.
Corresponding Author: Beatriz D. Schaan, MD, ScD, Serviço de Endocrinologia—Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua Ramiro Barcelos 2350, prédio 12, 4º andar, 90035-003 Porto Alegre, RS, Brazil (beatrizschaan@gmail.com).

Clinical Review Section Editor: Mary McGrae McDermott, MD, Contributing Editor. We encourage authors to submit papers for consideration as a Clinical Review. Please contact Mary McGrae McDermott, MD, at mdm608@northwestern.edu.

structured exercise associated with declines in HbA_{1c} levels. Sigal et al⁷ found that aerobic or resistance exercise training alone improved glycemic control but the effects were more pronounced with both combined. In contrast, Church et al⁸ observed that only the combination, but not aerobic and resistance training alone, reduced HbA_{1c} levels.

In contrast to structured exercise training, physical activity is defined as any bodily movement produced by skeletal muscle contractions resulting in increased energy expenditure.⁹ Although structured exercise training may be available to a subset of patients with type 2 diabetes, physical activity advice is more feasible and should be offered to most patients with type 2 diabetes. However, meta-analyses have not been performed to determine whether physical activity advice is associated with similar declines in HbA_{1c} as compared with those associated with structured exercise. This study consists of a systematic review with meta-analysis of randomized controlled clinical trials (RCTs) on the associations of structured exercise training and physical activity advice, respectively, on changes in HbA_{1c} levels in patients with type 2 diabetes. Structured exercise training is categorized according to whether it consists of aerobic exercise, resistance training, or a combination of both.

METHODS

Search Strategy and Study Selection

We searched the following electronic databases covering the period from January 1980 through February 2011: MEDLINE (accessed by PubMed), Cochrane Central Register of Controlled Trials, EMBASE, ClinicalTrials.gov, SPORTdiscus, and LILACS. In addition, we searched the references of published studies manually. The initial search comprised the terms *exercise*, *diabetes mellitus*, *physical activity*, and related entry terms associated with a high-sensitivity strategy for the search of RCTs,¹⁰ and was not limited by language. The complete search strategy

used for the PubMed database is shown in eBox 1 (available at <http://www.jama.com>). Only eligible full texts in English, Portuguese, or Spanish were considered for review. This systematic review and meta-analysis is reported in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement.¹¹

Eligibility Criteria

We included RCTs that compared any category of structured exercise training (aerobic, resistance, or a combination of both) or physical activity advice with a control group of patients with type 2 diabetes older than 18 years, that evaluated HbA_{1c} as an outcome, and reported means or differences between means and respective dispersion values of HbA_{1c} at baseline and after the intervention. Structured exercise training was defined as an intervention in which patients were engaged in planned, individualized, and supervised exercise programs. Physical activity advice was defined as an intervention in which patients were partially or not engaged in supervised exercise training, but received formal instructions to exercise regularly with or without an individualized exercise prescription. Eligible studies included only individuals able to exercise, with no clinical manifestations limiting physical activity. Exclusion criteria are as follows: (1) studies of patients with type 1 diabetes or gestational diabetes; (2) RCTs that did not provide information regarding the associations of the intervention with HbA_{1c} in the experimental group, the control group, or both; (3) duplicate publications or substudies of included trials; and (4) studies with less than 12 weeks of follow-up.

Data Extraction

Titles and abstracts of retrieved articles were independently evaluated by 2 investigators (D.U. and P.A.B.R.). Reviewers were not blinded to authors, institutions, or manuscript journals. Abstracts that did not provide enough information regarding the inclusion and

exclusion criteria were retrieved for full-text evaluation. Reviewers independently evaluated full-text articles and determined study eligibility. Disagreements were solved by consensus and if disagreement persisted, by a third reviewer (B.D.S.). To avoid possible double counting of patients included in more than 1 report by the same authors or working groups, patient recruitment periods were evaluated and if necessary, authors were contacted for clarification. The corresponding author was contacted as needed to obtain data not included in the published report.

Two reviewers (D.U. and P.A.B.R.) independently conducted data extraction. Disagreements were solved by consensus or by a third reviewer (B.D.S.). Adherence to protocols, drop-out rates, and adverse events were also extracted.

Assessment of Risk of Bias

Risk of bias was evaluated according to the PRISMA recommendation.¹² Study quality assessment included adequate sequence generation, allocation concealment, blinding of outcomes assessors, use of intention-to-treat analysis, and description of losses and exclusions. Studies without clear descriptions of an adequate sequence generation or how the allocation list was concealed were considered not to have fulfilled these criteria. Quality assessment was independently performed by 2 unblinded reviewers (D.U. and P.A.B.R.) and disagreements were solved by consensus or by a third reviewer (B.D.S.). The κ agreement rate between reviewers was $\kappa=0.96$ for quality assessment.

Data Analyses

Absolute changes in HbA_{1c} were reported as differences between arithmetic means before and after interventions. Data from intention-to-treat analyses were entered whenever available in included RCTs.

Pooled-effect estimates were obtained by comparing the least squares mean percentage change from base-

line to the end of the study for each group, and were expressed as the weighted mean difference between groups. Calculations were performed using a random-effects model. Four comparisons were made with each group being compared with a no-intervention (control) group: structured aerobic exercise training, structured resistance exercise training, structured combined aerobic/resistance exercise training, and physical activity advice. An α value = .05 was considered statistically significant.

Statistical heterogeneity of the treatment effect among studies was assessed using Cochran Q test, a threshold P value of .1 was considered statistically significant, and the inconsistency I^2 test in which values greater than 50% were considered indicative of high heterogeneity.¹³ We explored heterogeneity between studies using 3 strategies. First, we reran the meta-analyses removing each study at a time to check if a particular study was explaining heterogeneity. Second, stepwise meta-regression analyses were carried out. Using univariate meta-regression models, we assessed clinical and methodological variables that influenced the association of exercise with HbA_{1c} levels. Likewise, similar procedures were undertaken to analyze particular variables that could explain heterogeneity in the physical activity advice meta-analysis. Thereafter, based on univariate meta-regression analyses, we constructed 4 multivariate models including baseline HbA_{1c} plus exercise frequency (defined as the number of exercise sessions per week [model 1]); baseline HbA_{1c} plus total exercise time spent in the program (defined as the cumulative product of exercise frequency, session duration, and number of weeks of training [model 2]); baseline HbA_{1c} plus a variable indicating total exercise time of 150 minutes or less per week or more than 150 minutes per week [model 3]); and baseline HbA_{1c} plus exercise intensity plus total exercise time spent in the program (model 4). Model 4 included covariates that were not significant in uni-

variate regression, but were included based on clinical judgment of their importance. We evaluated the goodness of fit of each model using the adjusted R^2 , which denotes the proportion of between-study variation explained by the covariates.^{14,15} Third, we performed sensitivity analyses to evaluate subgroups of studies most likely to yield valid estimates of the intervention based on prespecified relevant clinical information and on meta-regression analyses. For the structured exercise training meta-analysis results, we used a cutoff of 150 minutes per week to stratify studies according to their weekly amounts of exercise. RCTs evaluating physical activity advice were grouped according to the presence vs absence of a simultaneous dietary recommendation.

Because some studies compared multiple exercise interventions with a single control group, we split this shared group into 2 or more groups with smaller sample sizes weighted in relation to different exercise interventions. This approach was applied in order to have reasonably independent comparisons and overcome a unit-of-analysis error for studies that could contribute to multiple and correlated comparisons, as suggested by the *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.¹³ Imputation and/or transformation methods were used for few studies that showed results as confidence intervals (CIs) or interquartile ranges.¹⁶

Publication bias was assessed using a contour-enhanced funnel plot of each trial's effect size against the standard error.¹⁷ Funnel plot asymmetry was evaluated by Begg and Egger tests, and a significant publication bias was considered if the P value was less than .10. The trim-and-fill computation was used to estimate the effect of publication bias on the interpretation of results.^{18,19} All analyses were conducted using Stata software version 11.0 (Stata Inc, College Station, Texas).

RESULTS

Description of Studies

From 4191 potentially relevant citations retrieved from electronic data-

bases and searches of reference lists, 47 RCTs (including 23 RCTs of structured exercise training and 24 RCTs of physical activity advice) met the inclusion criteria. A flow diagram of search and selection is shown in eFigure 1. Included studies had a total of 8538 patients. Of these, 848 patients were included in studies of structured aerobic exercise training, 261 in structured resistance exercise studies, 404 in structured combined aerobic/resistance exercise training studies, and 7025 in physical activity advice studies. Characteristics of these studies are summarized in TABLE 1 and TABLE 2.

Fifteen studies of structured exercise reported data on adherence. Of these, 14 trials reported adherence rates of more than 75%. Dropout rates were less than 20% in all but 2 of the 21 studies that reported this measure (Table 1). Adherence rates were not reported for the physical activity studies because of lack of accuracy (ie, self-reported data and reliance on patient recall). Dropout rates were less than 20% for 19 of the 24 physical activity intervention studies (Table 2).

No major adverse effects were reported (eTable 1). Minor adverse events for the structured exercise interventions and physical activity interventions most commonly included cardiovascular disease events that were not related to the intervention and musculoskeletal injury or discomfort (eTable 1). One study of a physical activity intervention included a high rate of hypoglycemia. Of 47 RCTs, 30 studies did not report data on adverse events (eTable 1).

Quality (Risk of Bias) and Publication Bias Assessment

Among the included studies, 36% presented adequate sequence generation (17 of 47), 17% reported allocation concealment (8 of 47), 17% had blinded assessment of outcomes (8 of 47), 96% described losses to follow-up and exclusions (45 of 47), and 13% used the intention-to-treat principle for statistical analyses (6 of 47) (eTable 2 and eTable 3).

Exercices structurés de plus de 150 min./sem. (18 ECR, 826 patients) a été associée à une réduction absolue de l'HbA1c de 0,89% (IC à 95%, -1,26% à -0,51%, I2, 91,4%, P pour Hétérogénéité .001). L'exercice structuré de 150 minutes ou moins par semaine (12 observations, 687 patients) a été associé à une réduction absolue de 0,36% de HbA1c (IC à 95%, -0,50% à -0,23%, I2, 78,6% Pour l'hétérogénéité .001).

Conseil d'AP seuls (14 études 712 patients) : pas de changements d'HbA1c par rapport au GT. (-0,16 – IC -0,59 à 0,18)

Discussion : les auteurs reprennent les résultats synthétisés. Cette méta-analyse démontre des résultats importants concernant la prescription d'APA.

Le résultat global tout modes confondus de -0,67 % est comparable aux résultats avec traitement par antidiabétiques oraux type Metformine®.

Fiche de lecture n° 5 : « Effect of progressive pedometer based walking intervention on quality of life and general well being among patients with type 2 diabetes. »

AUTEURS	Ruchika Guglani [*] , Shweta Shenoy and Jaspal Singh Sandhu
TYPE	Méta-analyse
PARUTION	Journal of Diabetes & Metabolic Disorders 2014
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	<p>Résumé : 1. Déterminer l'influence de l'AP sur la qualité de vie 2. Déterminer l'amélioration de la qité de vie due à la motivation à partir du podomètre.</p> <p>Méthode : ECRs de 102 S. DT2 divisés en 3 groupes. A= exos supervisés avec podomètre / B= exercice autodéclaré / C= groupe contrôle maintient son lifestyle et encouragements à la marche - pas de modifications alimentaires.</p> <p>Résultats : L'item « Liberté de manger » a eu le plus grand impact négatif parmi tous les sous-groupes par le diabète. Les autres domaines qui ont été touchés négativement sont « loisirs », « physiquement », « apparence physique », « confiance en soi », « avenir » et « situation financière ». Dans le groupe A, une réduction significative a été notée parmi tous les éléments, sauf « voyage longue distance » (p<0,05). Dans le groupe B, les participants ont connu une réduction parmi tous les domaines sauf voyage à longue distance, vie sexuelle et condition de vie.</p> <p>Conclusion : L'entraînement déterminé par podomètre a le potentiel d'améliorer la qualité de vie. La marche encadrée à l'aide d'un podomètre a été jugé plus efficace pour améliorer la qualité de vie et le bien-être général des Indous atteints de DT2.</p>

Méthode :

Exercice supervisé avec podomètre (Groupe A) : environ 4000 étapes / 30-40 minutes / session sous la supervision du physiothérapeute. Les participants ont marché à l'aide d'un podomètre pour atteindre une cible d'intensité modérée d'activité physique de 150 min / semaine. L'intensité de l'exercice a été augmentée progressivement. Les sujets du groupe A se sont réchauffés pendant au moins 5 minutes, gardant leur RPE cible (échelle Borg) dans la plage « légère », puis ils ont été invités à augmenter l'intensité jusqu'à leur cible de fréquence cardiaque « un peu dure » (12-14) sur le RPE. Les sujets du groupe A ont été encouragés à augmenter leur nombre de pas au-delà de 4000 pas / 30-40 minutes / session et à le maintenir jusqu'à la fin des 16 semaines. Tous les participants ont été invités à se présenter pour des séances d'activité physique selon leur horaire et ont reçu l'ordre de marcher avec un podomètre sous supervision pendant 5 jours par semaine. Un journal de bord a été conservé pour tous les participants. Chaque session a pris de 45 à 50 minutes, ce qui incluait l'échauffement et le retour au calme.

Groupe d'exercice auto déclaré avec podomètre (groupe B) :

Dans ce groupe, les participants ont été invités à porter le podomètre pendant 5 jours par semaine de « du matin au soir jusqu'au coucher » pendant 16 semaines. Tudor-Locke et al., 2002 ont proposé que des pas quotidiens supérieurs à 8000 puissent être à peu près équivalents à l'accumulation de 30 minutes d'activité d'intensité modérée sur une seule journée. Bennett et al., 2006 a suggéré que tous les 3 jours (semaine ou week-end) sont suffisants pour l'estimation fiable de l'activité physique réalisée dans une semaine de vie libre, mais dans notre étude actuelle, nous avons pris des pedomètres base d'intervention et de surveillance pour 5 jours par semaine. Un journal a été fourni à tous les participants afin qu'ils puissent enregistrer leur nombre d'étapes par jour. Les participants ont appris la

manipulation et le fonctionnement du podomètre et ont été demandés de faire un rapport après 16 semaines pour partager l'expérience sur les changements dans la qualité de vie et le bien-être. L'enquêteur a communiqué avec les participants par téléphone pour connaître le nombre de pas. On leur a dit d'atteindre l'objectif de 10 000 pas / jour pendant la période d'intervention sans tenir compte de l'intensité et de la durée. Les participants peuvent contacter l'enquêteur à tout moment pour toute difficulté liée soit à l'exercice du protocole, soit à la manipulation du podomètre. Les sujets ont reçu l'ordre de mettre le podomètre à zéro tôt le matin et d'enregistrer les étapes avant d'aller au lit.

Groupe témoin (groupe C)

Les participants ont été invités à maintenir leur mode de vie et ont été encouragés à marcher. Ils n'ont été enrôlés dans aucune autre intervention pendant 16 semaines. Pas de recueils de données sur podomètre ni sur le nombre d'étapes.

Mesures

Évaluation de la qualité de vie dépendante du diabète via ADDQoL19 et du questionnaire sur le bien-être via WBQ12 a été utilisée pour évaluer la qualité de vie et le bien-être de tous les participants avant et après l'intervention.

Le questionnaire ADDQoL 19 comprend 19 items spécifiques au domaine de vie à noter entre (-9 et +3) en fonction de l'impact du diabète sur la qualité de vie.

Comprend un certain nombre de domaines de vie différents qui peuvent être diversement touchés par le diabète et qui ont une importance variable. Le produit de l'impact et l'importance des domaines de vie est le score de qualité de vie totale de ce domaine. Deux points de synthèse ont été utilisés, l'aperçu 1 (OV 1) pour déterminer la « QdV actuelle » et l'article 2 (OV2) pour déterminer « l'impact du diabète sur la qualité de vie ».

W-BQ12

Outil d'évaluation pour déterminer le bien-être psychologique d'une personne au cours des dernières semaines. Il comprend 12 items pour déterminer le bien-être général (GWB) avec des sous-échelles pour mesurer le bien-être positif (PTB), le bien-être négatif (NWB) et l'énergie sur une échelle de 0 (pas du tout) à 3 (tout le temps).

Résultats

102 patients ont été recrutés et 88% des participants (90 sur 102) ont terminé l'étude. Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 2.

Différences non significatives ont été observées entre trois groupes pour les dix-neuf éléments de la qualité de vie. Cependant, après 16 semaines, groupe A et le groupe B présentent une réduction statistiquement significative de l'impact négatif des « domaines de qualité de vie » [figures 1 et 2]. Dans le groupe A, une amélioration significative a été observée dans tous les domaines de la qualité de vie, sauf pour les voyages à longue distance [Figure 1] ($p < 0,05$). Dans le groupe B, les participants ont connu une amélioration significative dans tous les domaines, sauf le voyage à longue distance, la vie sexuelle et la condition de vie [Figure 2]. Les réponses aux domaines de la qualité de vie étaient plus négatives parmi le groupe témoin [Figure 3] comparativement au groupe A et au groupe B après 16 semaines d'étude.

Il y a eu une amélioration significative des scores de l'aperçu 1 (OV1) et de l'aperçu 2 (OV 2) de $1,11 \pm 0,79$ à $1,46 \pm 0,50$ ($p < 0,05$) et de $1,05 \pm 0,8$ à $1,28 \pm 0,46$ ($p < 0,05$) dans le groupe A et le groupe B respectivement [figures 4 et 5]. Cependant, les sujets du groupe témoin ont signalé un impact négatif plus élevé du diabète sur la qualité de vie après 16 semaines [Figure 6]. L'élément « Liberté de manger » avait le plus d'impact négatif parmi tous les sous-groupes. D'autres domaines qui ont été touchés négativement par le diabète sont les «loisirs», «physiquement», «apparence physique», «confiance en soi», «avenir» et «situation financière».

Il y a eu des changements dans les scores de bien-être général (GWB) dans le groupe interventionnel ainsi que dans le groupe témoin. En termes de pourcentage, on a observé une augmentation significative des scores de bien-être global de 43% et 19,2% respectivement dans le groupe A et le groupe B ($p < 0,001$) [Tableau 3]. Des mesures répétées ANOVA ont montré des résultats significatifs après 16 semaines parmi toutes les variables de GWB.

La comparaison post hoc a révélé que les changements observés pour les «activités de loisir», «vie professionnelle» et «faire physiquement» étaient plus significatifs entre les activités auto déclarées et supervisées.

EN comparant A & B, A & C les différences pour les activités de loisir, de travail et faire physiquement sont très significatives. = amélioration plus rapide dans le groupe A.

Les 2 GT ont eu une faible activité la 1^{ère} semaine. Le groupe A a eu une activité plus élevée que le groupe B à la fin du protocole (16 semaines). Le groupe B a eu une diminution résiduelle à la 10^{ème} semaine.

Discussion

La présente étude a été conçue pour examiner l'efficacité des protocoles ambulatoires basés sur un podomètre supervisé et auto déclaré sur la qualité de vie et le bien-être chez les personnes atteintes de DT2.

Aucune autre étude n'avait montré l'impact de l'APA par le nombre de pas sur la qualité de vie chez les Indiens jusqu'à présent. De nombreuses études antérieures se sont concentrées sur les réponses d'activité physique sur les paramètres physiologiques, mais peu d'attention a été accordée aux atteintes psychologiques chez les diabétiques de type 2. L'étude détermine explicitement l'influence de la motivation dans l'approche ciblée et son effet sur la qualité de vie des individus atteints du DM2.

Les mesures de la qualité de vie sont utilisées dans l'ensemble de la médecine pour évaluer les résultats des soins de santé, en particulier dans les affections chroniques, où des problèmes de santé importants peuvent persister même après le traitement. Dix-neuf domaines de qualité de vie spécifiques au diabète utilisés dans l'étude actuelle concernent le fonctionnement social, physique et émotionnel.

L'utilisation d'ADDQoL aiderait les professionnels de santé et les diabétologues à obtenir des informations sur les effets psychologiques du diabète sur les différents domaines de la qualité de vie + déterminer l'influence de l'activité physique sur le fonctionnement social, physique et émotionnel. Les résultats de notre étude visaient à aborder les questions décrites ci-dessus en arrière-plan. Dans la présente étude, la majorité des participants ont noté l'impact négatif du diabète sur tous les domaines. La plupart des domaines gravement touchés par le diabète étaient «activités de loisir», «physiquement», «apparence physique», «confiance en soi», «avenir», «situation financière» et «liberté de manger».

Les résultats des mesures de référence indiquent que le diagnostic et la prise en charge du diabète posent aux participants des défis psychosociaux.

Pour l'ensemble des participants, l'élément le plus négativement touché était «Liberté de manger». Les résultats de la présente étude sont conformes à la littérature passée. Dans de nombreuses études antérieures utilisant ADDQoL «la liberté de manger comme je le souhaite» était le domaine le plus négativement impacté. Collin et al. ont constaté l'impact du diabète sur la qualité de la vie, notamment en ce qui concerne les effets de la liberté de manger, de la jouissance de la nourriture, de la liberté de boisson et des soucis concernant l'avenir.

L'amplitude de l'amélioration était plus élevée dans le groupe supervisé car, dans ce groupe, 17 des 19 domaines ont montré une amélioration substantielle, tandis que dans les groupes auto déclarés, 15 domaines ont montré une telle amélioration [Figures 1 et 2].

Forte probabilité que la crainte de développer des complications puisse nuire à la qualité de vie et affecter ainsi le domaine « soucis futurs » dans les 2 GT.

L'utilisation de podomètres a été recommandée pour les interventions d'AP afin de motiver les individus à améliorer leur activité physique quotidienne. Les résultats de l'étude actuelle ont montré

que la marche progressive basée sur le podomètre induisait des changements favorables chez les adultes « faiblement actifs » sur une période de 16 semaines. Dans l'ensemble, les participants au groupe A ont montré une augmentation du nombre d'étapes moyennes de 922 / 30-40 min / session et les participants du groupe B ont montré une augmentation du nombre d'étapes moyen de 4208 / jour après 16 semaines.

Ces résultats sont significatifs puisqu'il y a aussi amélioration de la qualité de vie après l'augmentation du nombre d'étapes à 16 semaines. Amélioration dans les deux groupes, bien que l'approche cible pour les deux groupes soit différente. Les objectifs et le carnet peuvent avoir été des facteurs de motivation clés pour augmenter l'activité physique. Le facteur de motivation de l'utilisation du podomètre pour atteindre les cibles de comptage d'étapes rend la séance d'exercices plus intéressante, ce qui conduit à des changements bénéfiques sur le bien-être et la qualité de vie d'une personne.

Les changements très significatifs : les activités de loisir, la vie professionnelle, l'aspect physique, l'apparence physique, la confiance en soi, la motivation, la condition de vie et toutes les variables de bien-être dans le groupe supervisé

« faire physiquement » a été amélioré de 45% de groupe A et 22,5% dans groupe B et diminué dans groupe C de 5,7%. Les podomètres ont motivé les patients à faire plus de pas et les ont aidés à adopter un mode de vie sain. L'impact du diabète sur la qualité de vie n'a pas changé chez le GT.

L'environnement supervisé peut avoir renforcé le sentiment de sensibilisation chez les participants et aussi les avoir aidés à maintenir leur activité standard tout au long du protocole d'étude.

D'autres domaines clés qui ont pu conduire à l'amélioration du groupe supervisé étaient le contact régulier avec les participants, la supervision des buts souhaités et la motivation des participants qui ont finalement amélioré leur confiance en eux.

Conclusion

L'amélioration de la qualité de vie permet d'importants paramètres cliniques de réduction de la morbidité et de la mortalité dans diverses affections chroniques et à la réduction des dépenses en soins de santé (Rippe & al.). Améliorer le bien-être physique peut aussi conduire à une amélioration du bien-être psychologique et il est généralement admis que l'activité physique peut avoir des effets positifs sur l'humeur et l'anxiété. Le bien-être psychologique est un facteur important pour les personnes atteintes de diabète et un paramètre de mesure important pour les prestataires de soins de santé. Bien-être émotionnel et psychologique du patient est important et doit même être surveillé pendant les soins. Le manque de bien-être auto-entretien le diabète, diminue l'adaptation dans les maladies chroniques, limite le maintien de l'équilibre émotionnel après le diagnostic (perte de santé, estime de soi), limite le traitement des plaintes physiques et des limitations fonctionnelles, entraîne l'étiquetage négatif (stigmaté).

Les résultats de cette étude impliquent clairement que 30-40 min / jour / session d'intensité modérée de marche avec podomètre est une méthode efficace pour les individus sédentaires DT2 pour améliorer la qualité de vie



RESEARCH ARTICLE

Open Access

Effect of progressive pedometer based walking intervention on quality of life and general well being among patients with type 2 diabetes

Ruchika Guglani*, Shweta Shenoy and Jaspal Singh Sandhu

Abstract

Background: To determine the effectiveness of two goal setting pedometer based walking program for people with type 2 diabetes, one employing supervised exercise group with pedometer and the other employing self reported group with pedometer.

Methods: A total of 102 type 2 diabetic outpatients (28 women, 74 men) between the age of 40-70 years were recruited and randomly allocated into 3 groups: supervised exercise group with pedometer (Group A), self reported exercise group with pedometer (Group B) and a control group (Group C) for 16 weeks. Subjects were asked to respond to the Audit of Diabetes Dependent Quality of Life (ADDQoL) and well being questionnaire at two occasions i.e. 0 week and after 16 weeks of intervention. Paired t test were used within the groups to compare Mean \pm SD for all the parameters at baseline and at the end of 16 weeks. Differences between the groups were compared using analysis of variance (ANOVA). Statistical difference was further analyzed by Post hoc analysis using Bonferroni method.

Results: The item "Freedom to eat" had the highest negative impact among all the subgroups. Other domains that were adversely affected by diabetes are 'leisure activity', 'do physically', 'physical appearance', 'self confidence', 'future' and 'financial situation'. In the group A significant reduction were noted among all the items except long distance journey ($p < 0.05$). In the group B participants experienced reduction among all the domains except long distance journey, sex life and living condition.

Conclusion: Pedometer determined activity has the potential to improve the quality of life. Supervised Walking using a pedometer was found more effective in improving quality of life and general wellbeing for Asian Indians with type 2 diabetes.

Clinical trial registry India (CTRI): [CTRI/2012/10/003034].

Keywords: Type 2 diabetes, Pedometer, Quality of life, Wellbeing, Walking

Background

Diabetes is one of the most debilitating lifestyle disease affecting millions of people worldwide. Type 2 diabetes mellitus (T2DM) has become a major worldwide problem with an exponential rise in numbers in recent decades. Currently there are 285 million people with diabetes worldwide that are set to increase up to 438 million by 2030 i.e. a 54% increase [1]. T2DM is an epidemic affecting millions of people worldwide constituting nearly 90% of the diabetic population in any country [2]. Factors

contributing to the rapid increase in the diabetes burden are population growth, aging, urbanization and increasing prevalence of obesity and physical inactivity [3].

Diabetes is a psychologically demanding chronic disease, with psychological factors pertinent to nearly every aspect of the disease and treatment [4]. Quality of life is an important outcome in its own right, as it may influence the patient's self care activities, which may consequently impact their diabetes control and management [5]. In the medical domain it denominates aspects of health from the patient's point of view and could better be expressed as "subjective health" or "functional status and wellbeing" [6]. Diabetes may affect variety of aspects of quality of life

* Correspondence: ruchiguglani@gmail.com
Faculty of Sports Medicine and Physiotherapy, Guru Nanak Dev University,
143005 Amritsar, India

that includes never-ending demands of diabetes care, such as eating carefully, exercising and monitoring blood glucose [7]. In addition to diabetes related complications, episodes of hypoglycaemia, fear of hypoglycaemia, changes in the life style and fear of long term consequences may too worsen the quality of life.

Understanding dimensions of quality of life, which are associated with co morbidities of diabetes and depression, is important for day-to-day clinical management. Knowledge of these dimensions also helps to aide public health policy initiatives, aimed at improved health outcomes for T2DM populations [8]. With this global burden, it is important to manage and control diabetes to prevent development of complications [9], as quality of life is likely to be a priority over quantity of life [10]. The risk of cardiovascular disease can be reduced by an estimated 35% to 55% through adoption and maintenance of an active life style [11].

Literature has shown that physical activity and exercise can have a significant impact on both treating and preventing or delaying the onset of T2DM. Walking interventions can be effective in reducing body weight, body mass index (BMI), waist and hip circumference, body fat, blood pressure, cholesterol-HDL (High-density lipoprotein) ratio and may also be effective in improving mood and quality of life [12]. Pedometer based physical activity programs provide an objective measure of patient's behaviour for evaluating intervention effects, they also provide ready feedback to individuals for behavioural goal setting and monitoring progress towards those goals [13]. The step counting function of pedometers can also be used to motivate individuals to increase physical activity, especially when they are encouraged to record daily step counts and set specific step count goals [14]. Taking 10,000 steps/day appears to be a reasonable target of daily activity for healthy adults and several studies have documented the health benefits of attaining these levels [15].

Physiological parameters traditionally measured in T2DM patients like glycaemia, glycated haemoglobin, blood pressure, cholesterol and weight was not enough to evaluate diabetes quality of life for which specific quality of life parameters are preferred [16]. The Audit of Diabetes-Dependent Quality of Life (ADDQoL) is a disease-specific quality of life measure, which is increasingly being used to examine the patient's perception of the impact of diabetes on their quality of life [17]. The ADDQoL was designed to include life domains which may be impacted by diabetes [18]. ADDQoL19 is a 19 item disease specific instrument designed to measure individual perception of the impact of diabetes on quality of life and this instrument has been validated by Prof. Bradley, (Royal Holloway- University of London) for Asian Indians [5].

Against this background the aim of the present study was to determine;

1. The influence of physical activity intervention on quality of life, in individuals with type 2 diabetes.
2. Improvement in quality of life due to motivation from pedometer use.

Material and methodology

The prospective randomized controlled trial study was conducted in the department of sports medicine and physiotherapy, Guru Nanak Dev University, Amritsar.

Study participants

A total of 102 outpatients with T2DM (28 women and 74 men) were recruited from Amritsar. Informed consent and baseline measurements were completed before randomization. The study was given approval by Institutional ethical committee of Guru Nanak Dev University, Amritsar (Ref. No.- 321/SMP). Subjects were recruited after the explanation of protocol and clearance from physician. Demographic information and health history were obtained from all the participants. Men and women between age of 40 to 70 years were included in the study. The inclusion criteria were as follows (i) ≥ 1 year diagnosis of type 2 diabetes (ii) not taking insulin (iii) no physical activity limitation (iv) were not enrolled in any other physical activity program previously or simultaneously. Exclusion criteria were disease or condition e.g. any evidence of coronary artery disease, nephropathy, uncontrolled hypertension, diabetic complications and moderate severe orthopaedic/cardiovascular/respiratory/nephropathy condition that would interfere with physical activity.

Procedure

Participants were randomly allocated into one of the three groups by the random lottery approach: supervised exercise group with pedometer (group A), self reported exercise group with pedometer (group B) and a control group (group C). A few initial sessions of familiarization with pedometer [19] and the understanding of Borg scale [20] were given to all the participants in group A and group B. Similar instructions described by Tudor Locke et al. [21] were given to all the subjects about handling and placement of the pedometer. Use of Borg scale (Rate of perceived exertion) with target perceived intensity of moderate, somewhat hard or hard is sometimes recommended as a possible alternative to heart rate based on maximal exercise testing. RPE scales are reported as valid and reliable for assessing the level of exertion during aerobic exercise [22]. Although, RPE is a subjective measure, a person's exertion rating may provide a fairly good estimate of the actual heart rate during

physical activity [20]. Two initial sessions of physical activity for familiarization with RPE scales were given to the subjects in group A to let them understand the relation between capability of doing physical activity and required effort intensity. Subjects in group A were taught to adjust the intensity of the activity by speeding up and slowing down the speed of walking through RPE scale. No dietary modifications were advised while this intervention. Patients were advised to eat 1–2 hrs before exercise to avoid hypoglycaemia and maintain hydration levels.

Baseline readings of all the parameters for all subjects were collected before randomization. Baseline data collection was conducted for 7 days to get an estimated number of steps for group A and group B. In group A, we found approximately 3000 steps for most of the subjects in 30 minutes/session while in group B there were approximately 5000 – 6000 steps/day.

Supervised exercise with pedometer (Group A)

In this group we aimed at achieving around 4000 steps/30–40 minutes/session under the supervision of physiotherapist. Participants walked using pedometer to achieve a target of 150 min/week moderate intensity of physical activity. Intensity of exercise was increased gradually. Subjects in group A did warm up for at least 5 minutes, keeping their target RPE in the 'light' range on the borg scale, then they were instructed to increase intensity up-to their target heart rate range 'somewhat hard' (12–14) on RPE. Subjects in group A were encouraged to increase their step counts up-to 4000/ 30–40 minutes/session and maintain it till the end of 16 weeks. All the participants were asked to report for physical activity sessions as per their schedule and were instructed to walk with pedometer under supervision for 5 days a week. A log book was maintained for all the participants. Each session took 45 – 50 minutes which included warming up and cooling down.

Self reported exercise group with pedometer (Group B)

In this group participants were instructed to wear pedometer for 5 days in a week from "morning to night till sleeping" for 16 weeks. Tudor-Locke et al. [19], 2002 have proposed that daily steps in excess of 8000 may be roughly equivalent to the accumulation of 30 min of moderate-intensity activity on a single day. Bennett et al. [23], 2006 suggested that any 3 days (weekday or weekend) are sufficient for the reliable estimation of physical activity performed in a free-living week but in our current study we have taken pedometer based intervention and monitoring for 5 days a week. A diary was provided to all the participants so that they can record their number of steps/day. Participants were taught about the handling/working of the pedometer and were instructed

to report after 16 weeks for sharing experience on change in quality of life and well being. The investigator contacted the participants on phone for their step counts. They were told to achieve target of 10,000 steps/day during intervention period without any consideration to intensity and duration. Participants could contact the researcher at any point of time for any difficulty related either to exercise protocol or the handling of pedometer. Subjects were instructed to set the pedometer to zero early morning and record the steps before going to bed.

Control group (Group C)

Participants were asked to maintain their lifestyle and were encouraged to walk. They were not enrolled in any other intervention throughout 16 weeks. Neither pedometers nor step count data were collected.

Trial was approved by Clinical trial registry India (CTRI) [CTRI/2012/10/003034].

Measurements

The Audit of Diabetes Dependent Quality of Life (ADDQoL19) and Well-being questionnaire (WBQ12) was used to assess the quality of life and wellbeing in all study participants pre and post intervention. Special permission was sought from the author of the questionnaire to use the ADDQoL19 English for S. Asian (Indian) and well-being questionnaire (W-BQ12) English for India. ADDQoL 19 questionnaire includes 19 life domain specific items to be scored between (–9 to +3) depending on impact of diabetes on the quality of life. The quality of life questionnaire included a number of different life domains that may be variously impacted by diabetes and were of varying importance. The product of impact and importance of life domains is the total quality of life score of that domain. Two overview items were used, overview item 1 (OV 1) to determine generic 'present QoL' and overview item 2 (OV2) to determine 'impact of diabetes on quality of life'.

W-BQ12

The W-BQ12 was used as an assessment tool to determine an individual's psychological wellbeing over the past few weeks. It includes 12 items to determine general wellbeing (GWB) with subscales to measure positive wellbeing (PWB), negative wellbeing (NWB) and energy on a scale from 0 (not at all) to 3 (all the time).

Statistical analysis

Paired t test were used within the groups to compare Mean \pm SD for all the parameters at baseline and at the end of 16 weeks. Differences between the groups were compared using analysis of variance (ANOVA). Statistical difference was further analyzed by Post hoc analysis using Bonferroni method. STATA 11.0 statistical software was

used for data analysis. In this study p-value less than 0.05 has been considered as statistically significant.

Results

The demographic characteristics of the patients with type 2 diabetes are present in Table 1. Total 102 patients were recruited and overall 88% of participants (90 of 102) completed the study. Results of the analysis are presented in Table 2.

On multiple comparisons at baseline, non significant differences were found in between three groups for all the nineteen items of quality of life. Though, after 16 weeks we found that group A and group B showed statically significant reduction in negative impact of ‘quality of life domains’ [Figures 1 and 2]. In group A significant improvement was noted in all domains of quality of life except long distance journey [Figure 1] ($p < 0.05$). In the group B participant’s experienced significant improvement in all domains except long distance journey, sex life and living condition [Figure 2]. Responses to quality of life domains were more negative amongst control group [Figure 3] compared to group A and group B after 16 weeks of study.

There was a significant improvement in overview item 1 (OV1) and overview item 2 (OV 2) scores by 1.11 ± 0.79 to 1.46 ± 0.50 ($p < 0.05$) and 1.05 ± 0.8 to 1.28 ± 0.46 ($p < 0.05$) in group A and group B respectively [Figures 4 and 5]. However, subjects in the control group reported higher negative impact of diabetes on quality of life after 16 weeks [Figure 6]. We noticed that the item “Freedom to eat” had highest negative impact among all subgroups. Other domains that were adversely affected by diabetes are ‘leisure activity’, ‘do physically’, ‘physical appearance’, ‘self confidence’, ‘future’ and ‘financial situation’.

There were changes in general well being (GWB) scores in both the interventional as well as control group. In terms of percentage there was significant increase in overall well being scores by 43% and 19.2% in group A and group B respectively ($p < 0.001$) [Table 3]. Repeated measures ANOVA have shown significant results after 16 weeks among all the variables of GWB.

Post hoc comparison revealed that changes observed for ‘leisure activity’, ‘working life’ and ‘do physically’ were more significant in between self reported and supervised

group ($p < 0.05$). It has been found that the comparisons in between groups A and B, A and C for ‘leisure activity’, ‘working life’ and ‘do physically’ are highly significant [Table 2]. This indicates that the subjects undergoing intervention in group A showed significant faster improvement in these parameters as compared to group B and group C.

Subjects in both experimental groups (supervised and self reported group) had low physical activity at week 1. Subjects in the supervised group reported higher physical activity in comparison to their week 1 activity (3012 ± 194) to (3934 ± 207) after 16 weeks. In self reported group, subjects showed marginal decline in their step count after 10 weeks but overall step count was higher than that at week 1 [Figure 7].

Discussion

The present study was designed to examine effectiveness of supervised and self reported pedometer based ambulatory protocols on quality of life and well being among individuals with T2DM. Quality of life issues have been largely ignored in the Indian context to the best of our knowledge; no other study has shown the impact of pedometer based walking intervention on quality of life in Asian Indians. Many previous studies have focussed on physical activity responses on physiological parameters, but little attention has been paid on psychological variables among type 2 diabetes individuals. The study explicitly determines influence of motivation in target oriented approach and its effect on quality of life of T2DM individuals.

Quality of life measures are used throughout medicine to evaluate health care outcomes, particularly in chronic conditions, where significant health difficulties may persist even after treatment [24]. Nineteen diabetes specific quality of life domains used in current study address projected social, physical and emotional functioning [25]. Use of ADDQoL would help health care professionals and diabetologists to gain information about the psychological effects of diabetes on different domains of quality of life and will also help to determine influence of physical activity on social, physical and emotional functioning. The results of our study aimed to address the questions described above in background. In the present study, the majority of the participants rated negative impact of diabetes on all the domains. Most severely impacted domains by diabetes were ‘leisure activity’, ‘do physically’, ‘physical appearance’, ‘self confidence’, ‘future worries’, ‘financial situation’ and ‘freedom to eat’. Results of the baseline readings indicated that diagnosis and management of diabetes puts participants under psychosocial challenges.

For the entire sample of participants, the most negatively impacted item was ‘Freedom to eat’. Results of the

Table 1 Demographic data of study group

	GROUP-A (n = 35)	Group-B (n = 35)	Group-C (n = 32)
Age (years)	54.4 ± 7.7	55.7 ± 8.7	50.9 ± 5.5
Sex	7 F, 28 M	9 F, 26 M	12 F, 20 M
Duration of diabetes (in yrs)	6.2 ± 2.4	5.8 ± 2.2	5.5 ± 2.1
Height (centimetres)	171.8 ± 7.0	170.8 ± 6.9	171.1 ± 7.2

Table 2 Pre intervention and post intervention changes in quality of life domains

Items	Groups			ANOVA		Post hoc (Bonferroni)		
	GROUP A	GROUP B	GROUP C	F	P	A & B	A&C	B&C
1. LEISURE ACTIVITY								
PRE	-3.2 ± 1.9	-3.5 ± 1.5	-3 ± 1.4	0.72	0.48	1.0	1.0	0.72
POST	-2.3 ± 1.19	-3 ± 1.3	-3.1 ± 1.3	5.81	0.004	0.03	0.00	1.0
P VALUE	0.0001	0.026	0.42					
2. WORKING LIFE								
PRE	-2.9 ± 1.3	-3 ± 1.4	-2.7 ± 1.3	0.30	0.73	1.0	1.0	1.0
POST	-1.5 ± 1	-2.7 ± 1.3	-2.8 ± 1.3	9.45	0.002	0.003	0.00	1.0
P VALUE	0.0001	0.02	0.26					
3. LONG DISTANCE JOURNEY								
PRE	-1.48 ± 1.1	-1.6 ± 1.1	-1.3 ± 1.2	0.39	0.67	1.0	1.0	1.0
POST	-1.3 ± 1.15	-1.3 ± 1.3	-1.3 ± 1.1	0.00	0.99	1.0	1.0	1.0
P VALUE	0.184	0.326	0.822					
4. HOLIDAY								
PRE	-1.4 ± 1.3	-1.4 ± 1.2	-1.9 ± 1	1.53	0.22	1.0	0.3	0.4
POST	-1.1 ± 0.97	-1.07 ± 1.3	-1.9 ± 1	5.18	0.007	1.0	0.02	0.01
PVALUE	0.056	0.050	0.80					
5. DO PHYSICALLY								
PRE	-4 ± 1.4	-4 ± 1.4	-3.5 ± 1.7	0.84	0.33	1.0	0.78	0.78
POST	-2.2 ± 1.4	-3.14 ± 1	-3.7 ± 1.4	10.10	0.001	0.03	0.00	0.24
P VALUE	0.0001	0.0001	0.392					
6. FAMILY								
PRE	-2.4 ± 1.6	-2.5 ± 1.6	-2.2 ± 1.2	0.20	0.81	1.0	1.0	1.0
POST	-1.4 ± 1.4	-2.14 ± 1.3	-2.3 ± 1.3	0.58	0.5	1.0	0.8	1.0
P VALUE	0.005	0.05	0.822					
7. SOCIAL LIFE								
PRE	-1.8 ± 1.4	-1.9 ± 1.4	-1.6 ± 1.1	0.40	0.66	1.0	1.0	1.0
POST	-1.3 ± 1.15	-1.7 ± 1.4	-1.6 ± 1.1	0.81	0.44	0.73	0.92	1.0
P VALUE	0.029	0.05	0.325					
8. CLOSE PERSONAL RELATIONSHIP								
PRE	-2.1 ± 1.4	-2 ± 1.4	-1.9 ± 1.2	0.14	0.871	1.0	1.0	1.0
POST	-1.4 ± 1.2	-1.7 ± 1.4	-1.9 ± 1.2	1.19	0.30	1.0	0.38	1.0
P VALUE	0.022	0.04	0.71					
9. SEX LIFE								
PRE	-2.4 ± 1.4	-2.5 ± 1.4	-2.6 ± 1.8	0.09	0.91	1.0	1.0	1.0
POST	-2.3 ± 1.3	-2.3 ± 1.4	-2.7 ± 1.8	1.32	0.27	1.0	0.33	1.0
P VALUE	0.026	0.083	0.183					
10. PHYSICAL APPEARANCE								
PRE	-3.4 ± 1	-3.5 ± 1.17	-3.5 ± 1.6	0.11	0.89	1.0	1.0	1.0
POST	-2.4 ± 1.4	-2.9 ± 1.13	-3.6 ± 1.6	5.98	0.003	0.48	0.03	0.16
P VALUE	0.0001	0.002	0.325					

Fiche de lecture n° 6 : « Le réentraînement à l'activité physique dans le diabète de type 2 réduit les dépenses de santé : résultats d'une étude prospective. »

AUTEURS	J.-F. Brun, S. Bordenave, E. Ghanassia, M.-C. Picot, A. Jaussent, J. Mercier, C. Prefaut
TYPE	ECR
PARUTION	Science & Sports n°23, 2008
PLAN et ELEMENTS DE L'ARTICLE	<p><i>Objectifs.</i> – Quantifier l'impact sur les dépenses de santé d'une prescription réaliste d'activité physique dans le diabète de type 2 (DT2).</p> <p><i>Matériels et méthodes.</i> – Trente-cinq DT2 ont été randomisés en deux groupes suivis durant un an : après dix sorties d'étude, 13 DT2 ont suivi un programme de réentraînement ciblé au seuil ventilatoire (initié en milieu hospitalier et poursuivi à domicile) en sus d'un traitement conventionnel (groupe R) et 12 (groupe C) ont eu le traitement conventionnel seul. La réalité de l'entraînement dans le groupe R est démontrée par une augmentation du score de Voorips ($5,25 \pm 3,3$ $p < 0,001$) et un maintien de la VO_{2max} et P_{max} tandis que dans le groupe C, la VO_{2max} diminue ($-2,16 \pm 2,5$ $p = 0,014$).</p> <p><i>Résultats.</i> – Dans les deux groupes, l'équilibre glycémique et tensionnel et le bilan lipidique restent stables. Les sujets entraînés ont atteint en fin d'étude un pourcentage plus élevé de leur puissance maximale théorique ($p = 0,041$) et ont un meilleur périmètre de marche sur six minutes ($472,2 \pm 98,9$ contre $547,6 \pm 56,7$ $p = 0,020$). Dans le groupe R (contrairement au groupe C) il n'y avait aucune hospitalisation et les posologies des traitements diminuaient. Pour ces deux raisons, le coût total des dépenses santé sur un an baisse de 50 % dans le groupe R ($p = 0,018$).</p> <p><i>Conclusion.</i> – Chez le DT2, la reprise d'une activité physique régulière à domicile s'oppose au déclin de l'aptitude physique et réduit de 50 % les dépenses de santé.</p>

Sujets et méthodes

35 DT2 suivis routinièrement par leur omnipraticien ont été inclus. âgés de 40 à 85 ans, traités uniquement par antidiabétiques oraux (ADO) et/ou mesures hygiéno-diététiques. Leur HbA_{1c} devait être comprise entre 8 et 10%. Les antécédents d'ischémie coronarienne, d'artériopathie périphérique, de néphropathie, de néoplasie, de rétinopathie proliférante étaient des causes d'exclusion. L'étude avait fait l'objet d'un avis favorable du comité d'éthique local et tous les patients avaient signé un consentement éclairé.

La composition corporelle était analysée par impédancemétrie. Les sujets réalisaient en début et en fin d'étude un test d'effort pour détermination de leur VO_{2max} et du premier seuil ventilatoire (V_T) sur ergocycle 550 ERGS, Bosch, (Allemagne). Un test de marche de six minutes (6MWT) était également utilisé. L'activité physique a été évaluée en utilisant le questionnaire de Voorips. Des questionnaires de la qualité de vie ont été également appliqués : la traduction française du profil de santé de Nottingham (NHP) et la traduction française du questionnaire de qualité de vie pour diabétiques (DQOL).

Les coûts de santé ont été mesurés au cours de la période d'étude (un an), à partir du nombre et de la durée des hospitalisations, du nombre de consultations, des traitements et examens complémentaires réalisés pendant cette période. Cette analyse n'a pas inclus le coût des séances d'éducation et des explorations correspondant au protocole.

Les patients ont été affectés dans l'un des deux groupes grâce à une liste de nombres aléatoires générée par ordinateur. Dans le groupe « intervention » les patients ont suivi le programme de formation et se sont réentraînés suite à celui-ci, tandis que le groupe témoin poursuivait son traitement routinier, modifié au besoin par son médecin et ne réalisait que les explorations du protocole. Dans les deux groupes, les patients ont continué à être contrôlés par leur propre médecin spécialiste ou généraliste et nous n'avons jamais interféré les choix thérapeutiques de ce médecin. La seule modification fournie par l'étude était l'adjonction des séances d'éducation au réentraînement dans le groupe « intervention ».

Le programme de formation structuré comprenait une période d'éducation d'un mois, soit huit séances de deux heures, visant à apprendre à réaliser un exercice deux fois une semaine à domicile au niveau du V_T (marche ou gymnastique) pendant 45 minutes à cette fréquence cardiaque de cible.

Résultats

âge moyen de $59,7 \pm 2$ ans et une durée de diabète de $10 \pm 1,4$ ans. Leur HbA_{1c} était de $8,86 \pm 0,27$ %. Vingt-six pour cent des participants était des femmes, 60% des participants étaient obèses (IMC > 30 kg/m^2) et 32 % étaient en excès de poids (IMC de 25 à 30 kg/m^2).

Au début de l'étude, les sujets avaient les mêmes valeurs de HbA_{1c} ($8,8 \pm 1,38$ contre $8,77 \pm 0,98$ %), de glycémie, de poids, de taille, d'index de corps, de circonférence de taille et de pression artérielle.

Après dix sorties d'étude, 13 sujets ont suivi le réentraînement (groupe R) et 12 (groupe C) ont eu leur traitement conventionnel seul. Dans les deux groupes, l'équilibre glycémique et tensionnel et le bilan lipidique sont restés stables. La réalité de l'entraînement dans le groupe R est démontrée par une augmentation du score de Voorips ($5,25 \pm 3,3$ $p < 0,001$) et un maintien de la $VO_{2\max}$ et P_{\max} tandis que dans le groupe C la $VO_{2\max}$ diminue légèrement ($-2,16 \pm 2,5$ $p = 0,014$). La puissance maximale (P_{\max}) n'était pas différente au début de l'étude a tendu à diminuer dans groupe C et à augmenter groupe R de sorte que les sujets entraînés ont atteint en fin d'étude un pourcentage plus élevé de leur puissance maximale théorique ($p = 0,041$) et ont un meilleur périmètre de marche sur six minutes ($472,2 \pm 98,9$ contre $547,6 \pm 56,7$ $p = 0,020$) que les témoins. Lorsque la $VO_{2\max}$ est exprimée en pourcentage de la valeur théorique prévue, on observe qu'elle diminue dans le groupe C ($p = 0,014$) et est maintenue à un niveau semblable dans le groupe R, de sorte que les valeurs au jour 365 sont plus hautes dans le groupe R que le groupe C ($85,8 \pm 14,7$ % contre $65,52 \pm 18\%$ $p = 0,015$).

Il y avait une corrélation significative entre le score d'activité physique de Voorips et d'une part, la $VO_{2\max}$ ($r = 0,422$ $p < 0,05$) et d'autre part, le périmètre de marche sur six minutes ($r = 0,446$ $p < 0,05$).

Il n'y avait aucun changement significatif de composition corporelle (poids, masse, tour de taille, rapport taille-hanches) dans le groupe R, mais sur l'ensemble des 25 sujets $VO_{2\max}$ et poids corporel sont corrélés négativement ($r = 0,608$ $p < 0,01$) et les variations du pourcentage de masse grasse sont corrélées à celles du tour de taille ($r = 0,436$ $p < 0,05$).

Les questionnaires de qualité de vie NHP et DQOL ne montrent pas de modification significative, malgré une tendance non significative à l'augmentation du score de mobilité du NHP ($p = 0,081$).

Dans le groupe R, il n'y avait aucune hospitalisation, contrairement ($p=0,047$) au groupe C dans lequel il y en a eu $1,27 \pm 2,20$ (c'est-à-dire, zéro à cinq) jours ce qui correspond à un coût total moyen de $1102,56 \pm 2010,29$ D). Le coût total des dépenses santé sur un an baisse de 50% (Fig. 1) dans le groupe R ($p = 0,018$) essentiellement du fait des baisses de posologies des traitements. Les baisses concourant à cet effet affectent divers traitements (metformine, acarbose, insuline) de façon hétérogène et ne sont statistiquement significatives que pour les sulfonylurées ($-13,7 + 6\%$ $p < 0,05$).

Cette réduction des traitements, en plus d'expliquer une partie de la diminution des coûts, explique également la stabilité de l'HbA_{1c} et de la pression artérielle, car les médecins traitants, considérant que le traitement atteignait les objectifs souhaités, réduisaient les posologies ce qui empêchait d'améliorer davantage l'équilibre glycémique et tensionnel.

Coût total du traitement

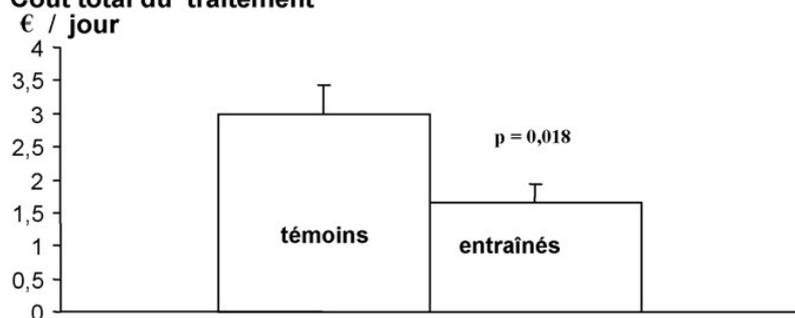


Figure 1 : Coût de santé journalier dans les 2 Groupes au cours de l'année d'observation

Discussion

"Cette étude montre pour la 1ère fois dans le système français, que le réentraînement des DNID ciblé au Vt réduit sur un an les dépenses et s'oppose ainsi au déclin progressif assez rapide de la capacité aérobie qui s'observe chez les patients non entraînés." - "l'exercice est une pierre angulaire de la gestion du diabète"

L'HbA_{1c} n'a pas été améliorée et a stagné (8-9%), ce qui ne correspond plus aux spécifications actuelles.

Reco actuelles = \searrow en dessous de 7% l'HbA_{1c} => généralisation de thérapeutiques plus coûteuses (analogues d'insuline et glitazones). Donc surcroît de coût du DT2 pour la santé publique. = une réduction des posologies serait à l'évidence encore plus bénéfique. Les critères d'inclusion soient des DT2 avec peu de comorbidités ou de complications liées à la maladie présenteraient un coût plus bas que d'autres études avec des patients plus atteints.

Cela a permis de réaliser des VO₂max facilement, mais les auteurs insistent sur le fait qu'avec des précautions il est concevable, et les résultats sur la santé et sur les coûts en seraient tout autant bénéfiques (cf. études antérieures).

Concernant l'intensité, elle est en deçà, « minimale », ce qui explique le peu de résultats sur le diabète. Mais cela a permis de tester l'obj. principal. $\nearrow \searrow$

Dans le GC, la diminution significative en 1 an de l'aptitude physique est assez impressionnante. Il semble indiquer que « le cercle vicieux de la sédentarité » décrit dans les maladies respiratoires, mais également fréquent dans toutes les maladies chroniques, affecte de façon marquée les diabétiques de type 2, même à cette étape initiale où la maladie semble relativement peu invalidante

Conclusion

« Une intervention « réaliste » sur les habitudes de vie, peu agressive, relativement facile à mettre en place, est à même d'enrayer ce déclin. »

Cette étude randomisée sur un an montre qu'une prescription d'activité musculaire « réaliste » (30–45minutes deux fois par semaine, après un mois d'éducation), peut contrecarrer le déclin progressif de la capacité aérobie et réduit les dépenses de santé. Ces résultats soutiennent le concept plus largement admis que l'intervention de style de vie est une partie fondamentale du traitement du diabète de type 2. Des stratégies relativement simples de prescription d'exercice peuvent être efficaces dans le système de français, améliorant la santé du patient et la rentabilité du traitement.



Annexe IV : Attestation de production d'autorisations écrites
Du patient et de son médecin en vue de la rédaction du travail écrit

Je soussigné : Frank GREGOIRE.....représentant la direction
pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université Claude Bernard
Lyon1 – ISTR.

Atteste que

Madame, Mademoiselle, MonsieurBRESSIANT ENZO.....
Étudiant(e) en kinésithérapie de l'Institut de Formation en Masso-kinésithérapie Université
Claude Bernard Lyon1 – ISTR a présenté les pièces justificatives montrant le suivi de la
procédure de demande d'autorisations écrites visant au respect des règles déontologiques
d'anonymat et garantie du secret professionnel, sous forme écrite et informatique.

Autorisation remise à l'intéressé(e) pour servir ce que valoir de droit.

Le

Signature et tampon :

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1
Institut des Sciences et Techniques
de la Réadaptation
Masso-Kinésithérapie Ergothérapie
8, avenue Rockefeller
69373 LYON Cedex 08