



**HAL**  
open science

# Effets du “ high-intensity interval training ” sur le contrôle glycémique et les paramètres cardio-respiratoires des patients diabétiques de type 2 : revue de littérature

Tiphaine Plessis

► **To cite this version:**

Tiphaine Plessis. Effets du “ high-intensity interval training ” sur le contrôle glycémique et les paramètres cardio-respiratoires des patients diabétiques de type 2 : revue de littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03019758

**HAL Id: dumas-03019758**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03019758>**

Submitted on 23 Nov 2020

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License



**Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie**

22, Avenue Camille Desmoulins

29238 Brest CEDEX 3

**Effets du « high-intensity interval training »  
sur le contrôle glycémique  
et les paramètres cardio-respiratoires  
des patients diabétiques de type 2 :  
revue de littérature**

PLESSIS Tiphaine

En vue de l'obtention du Diplôme d'État de Masseur-Kinésithérapeute

Promotion 2016 – 2020

Session Juin 2020

## REMERCIEMENTS

---

Premièrement, je tiens à remercier les formateurs de l'Institut en Masso-Kinésithérapie de Brest pour leur accompagnement tout au long de ma formation.

Je remercie tout particulièrement Mathilde Macé qui m'a accompagnée dans le début de ce travail ainsi que Marc Le Roy, mon directeur de mémoire, pour sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils qui m'ont fait avancer lors de la réalisation de mon travail.

Je remercie également mes amis pour leur soutien et leur joie de vivre.

Je remercie chaleureusement ma famille pour m'avoir toujours soutenue et encouragée dans mes choix et décisions, principalement mon père, ma sœur et mon frère.

Finalement, je voudrais remercier et dédier ce mémoire à ma mère, pour son soutien et son amour inconditionnel, ainsi que pour la relecture de ce travail.

# SOMMAIRE

---

INTRODUCTION.....	1
1. CADRE THÉORIQUE.....	3
1.1. Diabète.....	3
1.1.1. Définition.....	3
1.1.2. Épidémiologie.....	4
1.1.3. Types de diabètes.....	6
1.1.4. Facteurs de risque.....	7
1.1.5. Physiopathologie.....	8
1.1.6. Complications.....	9
1.1.7. Traitements.....	12
1.1.8. Éducation thérapeutique du patient.....	14
1.2. Activité physique.....	15
1.2.1. Définitions.....	15
1.2.2. Caractéristiques.....	18
1.2.3. Recommandations pour le patient diabétique.....	19
1.2.4. Place du Masseur-Kinésithérapeute.....	22
1.2.5. High-intensity interval training.....	24
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	28
2.1. Problématique.....	28
2.2. Stratégie de recherche.....	30
2.2.1. Bases de données et équations de recherche.....	30
2.2.2. Critères de sélection.....	32
2.2.3. Description du processus de sélection.....	33
2.3. Méthode d'analyse des articles.....	35
2.3.1. Extraction des données.....	35
2.3.2. Qualité méthodologique des articles.....	36
3. RÉSULTATS.....	38
3.1. Recherche documentaire.....	38
3.2. Caractéristiques des études sélectionnées.....	39
3.2.1. Caractéristiques des participants étudiés.....	41
3.2.2. Caractéristiques des interventions étudiées.....	42
3.3. Effets des interventions.....	43
3.3.1. Hémoglobine glyquée (HbA1c).....	43
3.3.2. Insulino-résistance (HOMA-IR).....	44
3.3.3. Profil tensionnel.....	44
3.3.4. Profil lipidique.....	44
3.3.5. Données anthropométriques.....	45
3.3.6. Volume d'oxygène maximum (VO <sub>2</sub> max).....	46
3.3.7. Synthèse.....	46
3.4. Qualité méthodologique des articles.....	48
4. DISCUSSION.....	49
4.1. Place du HIIT chez le patient diabétique de type 2.....	49
4.1.1. Effets sur le contrôle glycémique.....	49
4.1.2. Effets sur les facteurs de risques cardio-vasculaires.....	52
4.1.3. Effets sur les capacités cardio-respiratoires.....	54

4.1.4. Relations inter-paramètres.....	56
4.1.5. Une réelle alternative ?.....	57
4.2. Limitations.....	58
4.2.1. Limites des articles.....	58
4.2.2. Limites de la présente étude.....	60
4.3. Implications cliniques.....	61
4.3.1. Applications cliniques.....	61
4.3.2. Pistes de recherches futures.....	62
CONCLUSION.....	63
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	65
ANNEXES.....	76

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

Figure 1: Schéma explicatif du mécanisme du glucose et de l'action de l'insuline.....	3
Figure 2: Relation entre le volume d'activité physique et les bénéfices pour la santé, en fonction du niveau d'activité physique habituel.....	16
Figure 3: Schémas descriptifs du "Moderate intensity continuous training" (MICT) et du "High-intensity interval training" (HIIT).....	25
Figure 4: Tableau des mots clefs et de leurs synonymes.....	30
Figure 5: Équations de recherche.....	32
Figure 6: Critères de sélection.....	32
Figure 7: Diagramme de flux.....	39
Figure 8: Caractéristiques des études sélectionnées.....	40
Figure 9: Tableau des résultats.....	47
Figure 10: Qualité méthodologique des études sélectionnées selon la ligne directrice CONSORT.....	48

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

---

ADA	American Diabetes Association
ALD	Affection de Longue Durée
APA	Activité Physique Adaptée
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
CISMeF	Catalogage et Indexation des Sites Médicaux de langue Française
CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trials
ETP	Éducation Thérapeutique du Patient
FCmax	Fréquence Cardiaque Maximale
FID	Fédération Internationale du Diabète
FITT-VP	Fréquence, Intensité, Type, Temps, Volume, Progression
HAS	Haute Autorité de Santé
HbA1c	Hémoglobine glyquée (A1c)
HDL	High Density Lipoprotein
HIIT	High-Intensity Interval Training
HOMA-IR	Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance
IMC	Indice de Masse Corporelle
ISERM	Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale
LDL	Low Density Lipoprotein
MeSH	Medical Subject Headings
MET	Metabolic Equivalent Task
MICT	Moderate-Intensity Continuous Training
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
PICO	Population, Intervention, Comparateur, Outcomes
PNNS	Plan National Nutrition-Santé
SCA	Syndrome Coronarien Aiguë
VO2max	Volume d'Oxygène Maximal
VO2pic	Volume d'Oxygène Pic
Wmax	Puissance Maximale

## INTRODUCTION

---

Durant mon premier stage de deuxième année de formation, effectué dans un centre de réadaptation cardio-vasculaire, j'ai pris conscience de l'impact considérable des atteintes cardio-vasculaires dans notre société, celles-ci sont en effet la première cause de mortalité en France. J'ai également découvert la place du Masseur-Kinésithérapeute dans la rééducation et dans la prévention de ces événements.

Une partie non négligeable des patients que j'ai pu rencontrer dans ce centre, était diabétique de type 2 et était pris en soin à la suite de complications cardio-vasculaires de leur diabète.

Ce stage m'a ouvert les yeux sur les conséquences du diabète de type 2 et de ses complications, sur la vie des personnes qui en sont atteintes. En effet, cette pathologie chronique impacte leur qualité de vie en prenant une place centrale dans leur quotidien.

J'ai également beaucoup appris sur la place du Masseur-Kinésithérapeute dans cette rééducation, qui comprend une part de rééducation cardio-vasculaire mais également une part d'éducation thérapeutique afin d'éviter une aggravation des complications et de limiter le risque de récurrence. La prévention est donc également un des enjeux de la rééducation.

A la fin de ces séjours intensifs, les personnes rentraient chez elles avec un diabète stabilisé ainsi qu'avec des connaissances et un savoir-faire sur l'auto-gestion de leur diabète.

Néanmoins, au cours de discussion avec certains patients diabétiques, il m'est apparu que certains revenaient dans ce centre pour la deuxième voire la troisième fois, et que bien souvent, les événements cardio-vasculaires auraient pu être évités ou du moins limités.

Une des explications à la récurrence tient dans le fait qu'une fois sortis du centre, dans lequel une équipe pluridisciplinaire les encadre, les patients ne maintiennent pas les mesures mises en place au centre, comme la pratique régulière d'une activité physique.



Je me suis donc demandée comment améliorer l'adhésion de ces personnes au programme de prévention tertiaire d'activité physique en dehors des centres de réadaptation cardio-vasculaire.

Le manque de temps semblait être la raison principale à la non pratique d'une activité physique régulière. Pour contourner cette barrière, j'ai donc recherché des alternatives moins chronophages et j'ai fait le lien avec un type d'entraînement émergent, le « high-intensity interval training », qui consiste en la succession d'intervalles à haute intensité puis à intensité modérée sur un temps court.

De plus, l'exercice fractionné à haute intensité est recommandé depuis quelques années pour la rééducation des patients cardiaques, parce qu'il permet d'obtenir des résultats supérieurs au niveau cardiaque, vasculaire et musculo-squelettique, comparé à l'entraînement en endurance continue classique.

Je me suis donc questionnée sur les bénéfices métaboliques, cardiaques et musculo-squelettiques que pourrait avoir ce mode d'entraînement plus intense mais plus court, chez les personnes diabétiques de type 2.

J'ai alors décidé d'étudier dans ce travail les effets du « high-intensity interval training » chez le patient adulte diabétique de type 2.

# 1. CADRE THÉORIQUE

## 1.1. Diabète

### 1.1.1. Définition

Le diabète est défini par un déficit chronique de sécrétion de l'insuline, un trouble de l'action de l'insuline, ou les deux (1).

L'insuline est une hormone hypoglycémisante produite par les cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans du pancréas, elle est sécrétée en continue et permet de régulariser le taux de glucose dans le sang (ou glycémie) tout au long de la journée (2).

Son action est notamment observée à la suite d'un repas : chez une personne en bonne santé, la glycémie présente dans le sang s'élève alors, mais l'action de l'insuline permet l'absorption du glucose en excès par les tissus sensibles à l'insuline comme le foie, le muscle et le tissu adipeux, ce qui entraîne une diminution de la glycémie, comme illustré dans la figure 1 (2).

Cette hormone permet aussi de stimuler la synthèse du glycogène (glycogénogenèse) au niveau des organes de stockage, comme le foie et les muscles (3). Le glucose sera par la suite utilisé pour créer une partie de l'énergie indispensable au corps humain (2,4). Le déficit d'insuline a donc également un effet néfaste sur la possibilité de production d'énergie par l'organisme.

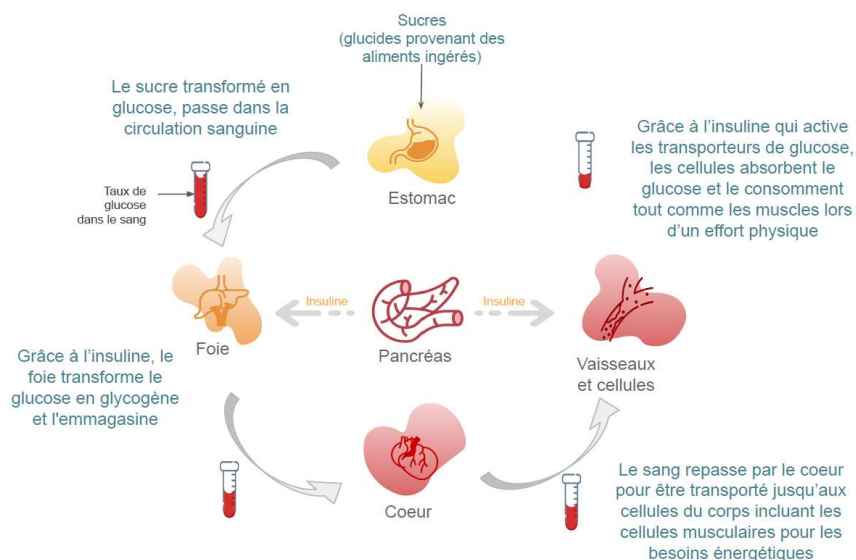


Schéma de l'ACSSM. Récupéré sur : <https://www.les-soins-infirmiers.fr/2018/11/14/journee-mondiale-du-diabete/precc81sentation-diabec80te-101-schema-insuline/>

Figure 1: Schéma explicatif du mécanisme du glucose et de l'action de l'insuline

Le diabète est caractérisé par une hyperglycémie chronique qui présente un impact poly-systémique, entraînant un déséquilibre métabolique et une détérioration des vaisseaux sanguins et des nerfs de l'organisme (1,4).

Par ailleurs, l'insuline est la seule hormone peptidique hypoglycémiante de l'organisme, elle a donc un rôle vital pour le fonctionnement de l'organisme humain, ce qui engendre de nombreuses complications lorsqu'elle est absente ou mal utilisée (2).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le diabète est défini par une glycémie veineuse supérieure à 1,26g/L (7,0 mmol/L) après un jeûne de 8 heures. Cet examen biologique, répété à deux reprises, permet le diagnostic du diabète (1).

### **1.1.2. Épidémiologie**

Le nombre de personnes diagnostiquées diabétiques ne cesse d'augmenter dans le monde, notamment depuis une quarantaine d'années, constituant un problème mondial de santé publique de part son impact sociétal et économique. En effet, le nombre de diabétiques dans le monde a quadruplé depuis 1980, et la prévalence a doublé entre 1980 et 2016 pour arriver à environ 8,5% de la population Mondiale et 8% de la population Française selon l'OMS (5).

La Fédération Internationale du Diabète (FID) prévoit de passer de 425 millions de diabétiques dans le monde en 2017 à 629 millions en 2045, soit 1 adulte sur 10, auxquels s'ajoutent les personnes diabétiques qui s'ignorent (5). En effet, 1 diabétique sur 2 serait méconnu (6,7).

Le diabète est une pathologie silencieuse qui engendre des complications poly-systémiques et a donc une morbi-mortalité très élevée et prématurée par rapport à celle de la population générale. En effet, toutes les 6 secondes, 1 personne dans le monde meurt du diabète, soit plus que le SIDA (8), et un tiers des décès surviennent avant 60 ans (9). Selon l'OMS, en 2030, le diabète sera la 7ème cause de décès dans le monde (5).

L'augmentation de l'âge moyen de la population ainsi que la modification de notre mode de vie liée à l'urbanisation et à la mondialisation a engendré une augmentation de l'obésité et de la sédentarité dans le monde, qui sont les causes principales de cette épidémie (9–11).

Depuis 2011, l'OMS a instauré un plan d'action mondial de lutte contre les maladies non transmissibles dont quatre prioritaires, le diabète de type 2 en fait partie. Il constitue donc un problème majeur de santé publique que les pouvoirs publics ont alors investi en rédigeant des plans de santé pour rompre l'envolée exponentielle de la prévalence du diabète, de l'obésité et de la sédentarité, et leurs conséquences (12).

En France, la tendance est plus marquée dans les départements d'outre-mer et les zones les moins favorisées d'un point de vue socio-économique ; d'autre part, l'Europe de l'Est semble avoir un taux d'augmentation très élevé (9).

Par ailleurs, le diabète n'est pas uniquement une pathologie des pays développés. Effectivement, au cours de la dernière décennie, la prévalence du diabète a progressé rapidement dans les pays à revenu faible et intermédiaire. En Afrique, plus des deux tiers des patients ne sont pas diagnostiqués et l'inégalité d'accès aux traitements rend compte de l'agressivité de cette pathologie (8).

Le coût imputé au diabète s'élève à 16,7 milliards d'euros en France, et à 591,7 milliards dans le monde, soit en moyenne 12,5% des dépenses de santé des pays (5). Selon la FID, les dépenses de soins de santé mondiales consacrées au diabète ont plus que triplées en 10 ans depuis le début des années 2000 (6).

Outre les dépenses médicales du système de santé national, le diabète impacte drastiquement le pouvoir d'achat des personnes atteintes et de leur famille, en raison d'une perte de revenu associée aux incapacités et aux décès prématurés (11). Le diabète est désormais reconnu comme une affection de longue durée, les soins de santé concernant le diabète sont donc remboursés à 100% par l'assurance maladie (1).

Toutes ces raisons font que de nombreuses actions de santé publique ont été initiées pour permettre une prise de conscience et la décélération de cette pandémie. L'Organisation des Nations Unies (ONU) a déclaré le 14 novembre comme « journée mondiale du diabète des Nations Unies » (8).

En France, des plans de santé généraux comme le « programme national nutrition santé », « plan national santé environnement », « plan santé sport bien-être » ou plus ciblés, comme « dites non au diabète », « semaine de prévention du diabète », espèrent sensibiliser la population à cette pathologie dès le plus jeune âge (13).

Malgré des actions de santé internationales, le nombre de diabétiques continue d'augmenter (9). Comme le révèle l'étude ENTRED 2007-2010, qui a pour but d'étudier l'état de santé des personnes diabétiques, des améliorations de la prévention et de la prise en charge de la personne diabétique sont encore à réaliser (14).

C'est dans cette optique d'amélioration de la prise en soins des diabétiques que s'inscrit mon travail de fin d'études en Masso-Kinésithérapie. En effet, le recours aux professionnels paramédicaux et à la prévention sont deux axes d'amélioration qui ressortent de l'étude ENTRED (14).

### **1.1.3. Types de diabètes**

Il n'existe pas un mais plusieurs diabètes qui ont une origine différente mais une conséquence unique : l'hyperglycémie chronique résultant d'un trouble de l'assimilation, de l'utilisation ou du stockage des sucres (1,4).

Le diabète de type 1 est le diabète de la personne jeune, dont la cause reste inconnue et n'est pas évitable, en l'état actuel des connaissances. Il est dû à une destruction auto-immune des cellules pancréatiques et engendre une carence absolue en insuline, il est donc appelé insulino-dépendant. Les symptômes sont une émission excessive d'urine (polyurie), une sensation de soif (polydipsie), une faim constante, une perte de poids, une altération de la vision et de la fatigue (1,3,15).

Le diabète de type 2 est le diabète de la personne plus âgée, avec une incidence mondiale maximale à 55 ans (9). En effet, il se développe à cause d'une perte progressive de cellules pancréatiques et d'une utilisation inefficace chronique de l'insuline par l'organisme. Son spectre est variable, s'étendant d'une résistance à l'action de l'insuline prédominante avec un déficit sécrétoire relatif à la prédominance du déficit insulino-sécrétoire avec résistance à l'action de l'insuline (15). Il est appelé diabète insulino-résistant ou non insulino-dépendant.

Depuis quelques années il apparaît chez des personnes de plus en plus jeunes, voire dès l'adolescence, en lien avec les déséquilibres alimentaires et la sédentarité entraînant surpoids voire obésité dans ces tranches d'âges (1,16).

Le diabète gestationnel est souvent révélé lors d'un dépistage pendant la grossesse. Les femmes ayant eu un diabète gestationnel, ainsi que leur enfant, sont plus à risque de développer un diabète de type 2 par la suite (1,15). Il touche 1 femme enceinte sur 10 (17).

Il existe d'autres types spécifiques de diabète comme le diabète iatrogène, secondaire ou encore génétique mais ils représentent un pourcentage faible de l'ensemble des diabétiques (4,15).

Dans ce travail nous traiterons uniquement du diabète de type 2 chez l'adulte car il représente 90% des personnes traitées pour un diabète et qu'il est le seul sur lequel la prévention et notamment l'activité physique ont un impact (1,14).

#### **1.1.4. Facteurs de risque**

Le diabète de type 2 résulte d'une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux et est directement lié au mode de vie de la personne (1). Certains facteurs sont donc modifiables.

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), les facteurs de risque de développer un diabète de type 2 sont :

- « un âge supérieur à 45 ans ;
- l'origine géographique (personne d'origine non caucasienne et/ou migrante ayant adopté un mode de vie occidental) ;
- un surpoids (indice de masse corporelle  $> 28 \text{ kg/m}^2$ ) ;
- la sédentarité ;
- un antécédent de diabète gestationnel ;
- un antécédent familial de diabète chez un apparenté du premier degré ;
- une anomalie de la glycorégulation ou état de prédiabète (glycémie à jeun comprise entre 1,10 g/l (6,1mmol/l) et 1,26 g/l (7,0 mmol/l)) » (1).

Selon la HAS, les marqueurs associés à un risque augmenté de développer un diabète, mais dont le lien de causalité n'a pas été démontré, sont :

- « une hypertension artérielle (pression artérielle systolique > 140 mmHg ou pression artérielle diastolique > 90 mmHg) ;
- une dyslipidémie (HDL-cholestérolémie < 0,35 g/l [0,9 mmol/l] ou triglycéridémie > 2 g/l [2,3 mmol/l]);
- un tabagisme chronique ;
- un antécédent d'accouchement d'un enfant de faible poids de naissance ou de grossesse avec un retard de croissance intra-utérin ;
- un antécédent de syndrome des ovaires polykystiques » (1).

De plus, selon les données de l'enquête ENTRED 2007-2010, il semblerait que les hommes soient plus touchés que les femmes, et que la prévalence du diabète de type 2 augmente avec les difficultés financières dans la population dite précaire (9,14).

La sédentarité et le surpoids sont donc des facteurs de risques majeurs modifiables, et sont la cible de la prévention. Le Masseur-Kinésithérapeute en tant que promoteur d'activité physique joue un rôle important à ce niveau.

### **1.1.5. Physiopathologie**

Le diabète de type 2 évolue généralement en trois phases : une phase de pré-diabète où la glycorégulation est anormale, les cellules de l'organisme deviennent résistantes à l'insuline, la glycémie à jeun est élevée mais inférieure au seuil de diagnostic (1,26g/l), c'est le stade d'insulino-résistance (1).

Puis l'organisme tente de s'adapter en augmentant la production pancréatique d'insuline, cela s'appelle l'hyperinsulinisme. Cette phase est infraclinique et donc asymptomatique (en dehors de l'hyperglycémie), et peut durer une dizaine d'année (1).

Enfin, le pancréas s'épuise et ne sécrète plus assez d'insuline, cette insulino-déficience marque l'entrée dans la phase clinique avec apparition des symptômes et des complications (1).

Le diabète de type 2 est donc une pathologie silencieuse et insidieuse qui ne présente pas de symptomatologie permettant de la révéler immédiatement. Des symptômes similaires à ceux du diabète de type 1 peuvent parfois être présents mais sont en général beaucoup moins marqués (6). Les symptômes sont souvent la manifestation des complications, d'où l'importance du dépistage biologique régulier.

### **1.1.6. Complications**

Les complications apparaissent quand le diabète de type 2 est non équilibré, c'est à dire que l'hyperglycémie est non contrôlée, et qu'elle se chronicise. Elles sont fonction du niveau d'hyperglycémie et de la durée d'exposition à l'hyperglycémie (1,6). La gravité du diabète réside donc dans les complications qu'il génère. Les manifestations cliniques peuvent être aiguës ou chroniques.

#### **a) Complications aiguës**

Les complications aiguës comme l'hyperglycémie ou l'acidocétose peuvent être de réelles urgences métaboliques qui mènent jusqu'au coma diabétique (coma hyperglycémique hyperosmolaire) (6).

Les symptômes de l'hyperglycémie sont la fatigue, l'irritabilité, l'envie fréquente d'uriner, une soif intense, des troubles de la vision, des mycoses ou plaies cicatrisant plus difficilement (6). Les raisons de l'hyperglycémie sont nombreuses : un apport de sucre important (déséquilibre alimentaire), la pratique insuffisante d'activité physique, un oubli du traitement, la prise de médicaments comme la cortisone ou encore le stress (18).

Les symptômes de l'acidocétose sont : des douleurs abdominales ou nausées, une gêne respiratoire, une déshydratation importante et des manifestations neurologiques. L'acidocétose n'arrive pas brutalement, elle est la résultante d'un diabète déséquilibré depuis plusieurs jours (18).

A contrario, l'hypoglycémie est également à éviter, le risque étant pour le diabétique de perdre connaissance. Elle se manifeste de façon différente chez chaque



patient. Les symptômes d'alerte sont une pâleur, une fatigue intense, des tremblements, des palpitations, des troubles de la vision et une faiblesse musculaire (6). Lorsque l'hypoglycémie est plus profonde, une irritabilité ou un trouble du comportement ainsi que des difficultés d'élocution peuvent se manifester. Il faut alors réagir rapidement en se resucrant (18).

Les causes de l'hypoglycémie sont multiples : une erreur dans le dosage du traitement médicamenteux, un repas moins riche en glucides que d'habitude, la prise de certains traitements comme les anti-hypertenseurs, ou encore la réalisation d'effort physique trop intense. L'activité physique favorise en effet la consommation de glucose entraînant donc un risque d'hypoglycémie jusqu'à plusieurs heures après l'exercice (18).

Il est donc important pour le Masseur-Kinésithérapeute de connaître ces signes, et d'être vigilant et progressif dans la réalisation et la prescription d'activité physique chez les diabétiques de type 2.

## b) Complications chroniques

Par ailleurs, il existe des complications chroniques provoquées par l'hyperglycémie prolongée qui entraînent des pathologies importantes et invalidantes (1,6). Elles se classent en deux types : complications macroangiopathiques et microangiopathiques.

Lorsque les gros vaisseaux sanguins sont touchés on parle de complications macroangiopathiques. Le sang s'épaissit en raison de la présence en trop grande quantité de sucre, des caillots peuvent alors se former et boucher la lumière de l'artère. De plus, la paroi des artères se durcit, sa compliance diminue donc. La combinaison de ces deux facteurs peut compromettre l'irrigation d'organes vitaux comme le cœur ou l'encéphale, engendrant des complications d'ordre cardiovasculaire : insuffisance coronarienne, syndrome coronarien aiguë (SCA), artériopathie oblitérante des membres inférieurs ; et cérébrovasculaire : accident vasculaire cérébral (AVC) (6).

Les risques de SCA et d'AVC sont responsables de la moitié des décès des personnes diabétiques. En effet, le risque cardiovasculaire chez les diabétiques est

multiplié par trois par rapport à la population générale, et est majoré par l'association fréquente à une hypertension artérielle et une dyslipidémie (6).

Par ailleurs, le diabète de type 2 se caractérise également par une capacité respiratoire réduite, ce qui vient augmenter le risque de complications cardiovasculaires (1).

Le risque de mort subite est également bien supérieur à celui de la population générale et il croît avec la présence de complications microvasculaires (1).

Lorsque l'irrigation des petits vaisseaux est altérée on parle de complications microangiopathiques. La néphropathie diabétique représente environ 40% des causes d'insuffisance rénale terminale en France (14). La rétinopathie constitue la première cause de cécité avant 65 ans dans les pays industrialisés, et une personne diabétique sur trois développera un degré quelconque de rétinopathie (6). Les nerfs peuvent également être lésés, un ralentissement de la conduction nerveuse est alors observée et mène à des neuropathies autonomes et des neuropathies périphériques. La neuropathie diabétique peut-être infra-clinique ou symptomatique à type de paresthésies, douleurs, troubles de la sensibilité et du système végétatif (1).

### c) Autres complications

Il existe également un risque infectieux accru chez les diabétiques, avec une incidence élevée des atteintes dentaires infectieuses (gingivite et parodontite) (6).

De plus, le risque de complications au niveau des pieds du diabétique résulte de la combinaison d'atteintes neurologiques et artérielles, d'un manque de perception sensitive, et d'une diminution des possibilités de cicatrisations.

Toute blessure est à risque d'infection et peut aller jusqu'au mal perforant plantaire avec un risque d'amputation. En effet, les amputations sont 10 à 20 fois plus fréquentes chez les personnes atteintes de diabète que dans la population générale. D'après la Fédération Internationale du Diabète, le diabète serait à l'origine d'une amputation du membre inférieur toutes les 30 secondes dans le monde (6).

Le risque de complications du pied du diabétique est également favorisé par des facteurs externes tels que des chaussures inadaptées, des soins et une hygiène

des pieds insuffisants ou des microtraumatismes, et peut mener à l'ostéoarthropathie nerveuse, aussi appelée pied de Charcot, qui en est l'exemple type (1,19).

De plus, d'autres manifestations musculo-squelettiques sont fréquemment rapportées : des syndromes d'enraidissement articulaires provoqués par une altération et un enraidissement des fibres de collagène (capsulite rétractile, syndrome du canal carpien, doigts à ressaut, maladie de Dupuytren), des perturbations du métabolisme osseux associées aux problèmes proprioceptifs augmentant le risque de chute et donc de fracture (1,19).

Finalement, des comorbidités peuvent s'associer au diabète de type 2, aggravant le pronostic vital de la personne. En effet, le risque d'apnées du sommeil et de cancer sont augmentés chez le diabétique de type 2 (1). La dépression est deux à trois fois plus courante chez les diabétiques que chez les non diabétiques, et diminue la qualité de vie (20). Le diabète est également associé à un risque accru de déclin cognitif et de démences, notamment en lien avec des épisodes de sévères hypoglycémies (20).

Le diabète de type 2 engendre de nombreuses complications pouvant nécessiter une rééducation. La connaissance des complications aiguës et chroniques par le Masseur-Kinésithérapeute permet une prise en soins adaptée.

Lorsque que le diabète de type 2 n'est pas diagnostiqué et mal traité, l'hyperglycémie endommage un grand nombre d'organes et engendre des coûts de santé importants impactant de façon drastique la qualité de vie des personnes vivant avec un diabète.

### **1.1.7. Traitements**

Lorsque cette pathologie est bien prise en charge, les diabétiques peuvent vivre longtemps et en bonne santé. Le contrôle glycémique est l'élément clé pour contrôler son diabète (1,7,15,21). En effet, nous avons vu que quand la glycémie n'est pas bien contrôlée le risque d'hyperglycémie était augmenté et avec elle, le risque de développer des complications (1).

Le dosage sanguin de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) permet d'évaluer le contrôle glycémique. En effet, l'hémoglobine A1c est le reflet des glycémies moyennes des 120 jours précédents (2 à 3 mois), correspondant à la durée de vie des globules rouges, et permet d'ajuster les traitements si son résultat n'est pas dans les normes (1,22).

La cible d'HbA1c doit être  $\leq 7\%$  ( $<53$  mmol/mol) pour considérer le diabète comme équilibré, cependant, les taux cibles doivent être adaptés en fonction de la situation clinique globale et de l'environnement de la personne. En effet, pour les personnes jeunes ne présentant pas de comorbidités associées, une cible plus basse semble plus indiquée, et inversement, une cible plus haute sera privilégiée pour des personnes avec une espérance de vie limitée et d'importantes comorbidités (1,22).

Selon les recommandations de la HAS et de « l'American Diabetes Association » (ADA), en première intention, le traitement repose sur la mise en place de mesures hygiéno-diététiques simples composées de différents axes pour maîtriser ses facteurs de risques (1,23). D'une part, l'amélioration de l'équilibre nutritionnel est recommandé : installation d'un régime hypo-énergétique, en diminuant sa consommation de sucres raffinés ou d'alcool, en augmentant son apport de glucides complexes et sa consommation de fibres alimentaires. D'autre part, pratiquer une activité physique régulière, comme par exemple marcher trente minutes par jour, permet de diminuer la pression artérielle et de stabiliser la glycémie (1,5,23).

En fonction des facteurs de risques que présente la personne il est également recommandé de : réduire son poids en cas de surpoids pour améliorer le contrôle glycémique ; réaliser un sevrage tabagique pour diminuer le risque cardio-vasculaire ; corriger sa dyslipidémie par des règles diététiques et/ou médicamenteuses ; avoir une bonne observance du traitement de l'hypertension artérielle qui majore les complications microvasculaires (1).

Tous ces paramètres sont définis selon les objectifs personnels à chaque patient en prenant en compte la personne dans sa globalité.

Si l'objectif glycémique n'est pas atteint, un traitement médicamenteux est mis en place en seconde intention, cependant, les règles hygiéno-diététiques doivent être

poursuivies. La metformine est recommandée en premier lieu, cet antidiabétique oral permet de diminuer l'excès de sucre dans le sang sans favoriser la sécrétion d'insuline. Si la personne y est intolérante ou en cas de non-réponse, d'autres traitements disponibles peuvent être envisagés comme l'insulinothérapie (1,15).

Par conséquent, le diabète est une pathologie évolutive qui doit être contrôlée, cela nécessite un suivi pluriannuel et une réévaluation thérapeutique régulière et continue. Le traitement actuel du diabète de type 2 ne peut pas prévenir toutes les complications, mais leur évolution peut-être ralentie par des interventions précoces réalisables à la suite d'un dépistage. Ainsi, une surveillance des organes cibles et la recherche de comorbidité doivent être régulièrement effectuées.

Le traitement du diabète de type 2 implique donc un changement de vie et une surveillance continue. C'est pourquoi le patient diabétique doit apprendre à vivre avec son diabète en s'auto-surveillant.

### **1.1.8. Éducation thérapeutique du patient**

Pour guider les personnes atteintes de diabète de type 2, les professionnels de santé les aident à acquérir et maintenir des compétences d'auto-soins et d'adaptations liées à leur pathologie, regroupées sous l'appellation « éducation thérapeutique du patient » (ETP).

Selon l'OMS (1996), l'ETP « vise à aider les patients à acquérir ou maintenir les compétences dont ils ont besoin pour gérer au mieux leur vie avec une maladie chronique [...]. Ceci a pour but de les aider, ainsi que leurs familles, à comprendre leur maladie et leur traitement, à collaborer ensemble et à assumer leurs responsabilités dans leur propre prise en charge, dans le but de les aider à maintenir et améliorer leur qualité de vie » (24).

L'«American Diabetes Association » place l'éducation thérapeutique du patient au cœur de ses recommandations pour permettre une bonne observance thérapeutique et augmenter la qualité de vie des patients (23). En effet, le patient diabétique doit apprendre à connaître son corps, notamment ses signes d'alerte d'hypo et d'hyperglycémie, et doit consulter régulièrement les spécialistes sur le plan

glycémique, cardiaque, dentaire, ophtalmologique et podologique (1). De plus, l'éducation thérapeutique du patient permet d'inciter au changement de comportement, afin de modifier les habitudes de vie pour réduire les facteurs de risques modifiables ; elle encourage aussi l'échange avec d'autres patients vivant le même processus (24).

De nombreux thèmes sont donc abordés durant les séances d'ETP portant notamment sur la nutrition, l'auto-surveillance glycémique, l'hygiène des pieds, l'activité physique (25). Différents professionnels co-animent ces séances comme l'infirmier, le diabétologue, le podologue, le diététicien ou encore le Masseur-Kinésithérapeute. Le Masseur-Kinésithérapeute peut donc être amené à collaborer avec chacun de ces acteurs lors de la prise en charge d'un patient diabétique.

Pour conclure, le diabète de type 2 est une pathologie métabolique caractérisée par une hyperglycémie chronique aux nombreuses complications qui présente une morbi-mortalité très importante dans la population mondiale. L'objectif du traitement repose sur le contrôle glycémique et la surveillance des complications et se compose d'un traitement médicamenteux ainsi que des actions de nutrition et d'activité physique.

Le Masseur-Kinésithérapeute tient une place importante dans l'éducation et la promotion de l'activité physique chez le patient diabétique de type 2 pour prévenir l'apparition et l'aggravation des complications.

## **1.2. Activité physique**

### **1.2.1. Définitions**

L'activité physique est définie par l'OMS comme tout mouvement corporel produit par le système musculo-squelettique, qui requiert une dépense énergétique supérieure à celle du métabolisme de repos (26). La dépense énergétique basale est établie à 3 METs (Metabolic Equivalent Task), un grand nombre d'activités quotidiennes sont englobées dans le terme activité physique, comme le ménage, la marche ou les activités de loisirs et sportives (27).

L'activité physique se distingue du sport par l'intention qui l'accompagne. En effet, la pratique sportive a pour objectif une amélioration de la performance physique, là où l'activité physique vise l'amélioration de la santé. Le sport est souvent associé à la compétition, il est alors la forme la plus sophistiquée d'activité physique (27).

L'activité physique est un déterminant de l'état de santé des patients et permet un maintien de la condition physique, de l'autonomie et de la qualité de vie des personnes. Les bienfaits de l'activité physique sont nombreux et ne sont plus à démontrer. En effet, il a été établi qu'elle permet de diminuer toutes causes de mortalité avec une relation dose-réponse, ce qui signifie que plus le niveau initial est bas, plus les bénéfices sont importants en terme de santé, comme l'illustre la figure 2 (27). L'activité physique diminue notamment les risques de développer une maladie chronique comme des cancers, des maladies neurologiques, rhumatismales, cardiovasculaires ou encore le diabète (28). Elle a également un rôle positif sur la santé mentale (23,28).

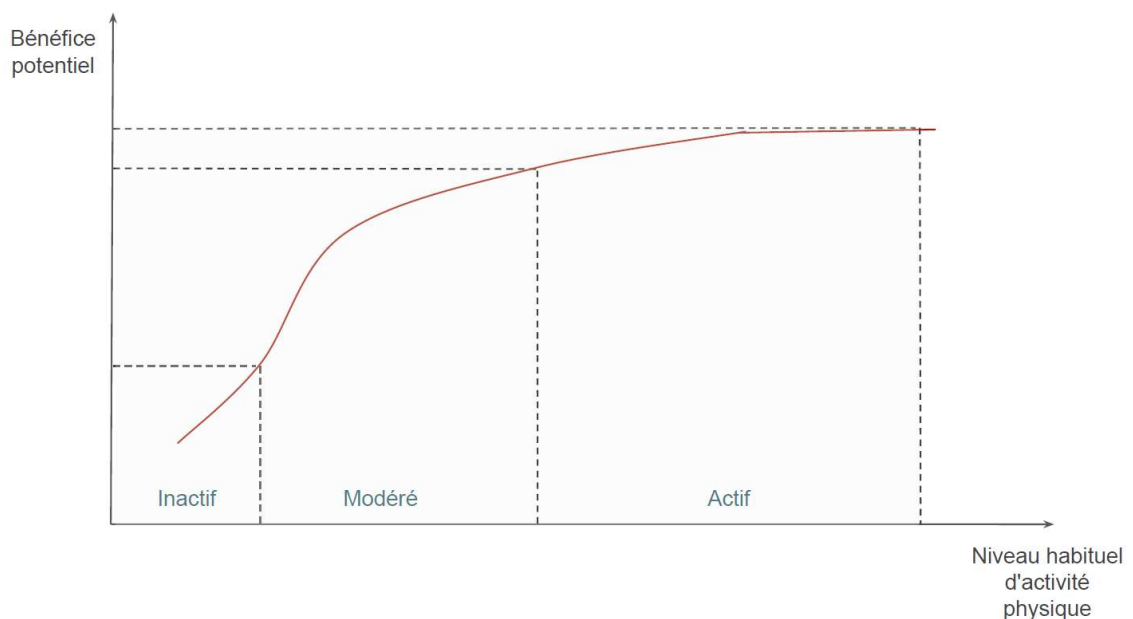


Schéma de la HAS. Récupéré sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide\\_aps\\_vf.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide_aps_vf.pdf)

**Figure 2: Relation entre le volume d'activité physique et les bénéfices pour la santé, en fonction du niveau d'activité physique habituel**

Lors d'une activité physique, des effets métaboliques sont constatés. En effet, la contraction musculaire augmente, entre autre, le captage du glucose par les muscles chez la personne en bonne santé comme chez le diabétique (29).

De plus, des effets post-exercices sont également démontrés. Après l'arrêt de l'activité physique, la sensibilité musculaire à l'insuline reste élevée pendant plusieurs heures et ce quelque soit le type d'exercice réalisé (30).

Des effets à plus long terme sont également observables. En effet, l'entraînement impacte le métabolisme du glucose, notamment en augmentant la quantité de glucose et d'insuline administrée au muscle, en améliorant le transport du glucose, le contrôle du poids et en modifiant la composition musculaire (29–31). D'autre part, les paramètres cardio-respiratoires, évalués par la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max), sont également améliorés et sont corrélés à une diminution des risques de mortalité cardio-vasculaire (32). L'activité physique semble donc avoir de nombreux bienfaits pour les personnes diabétiques de type 2.

Néanmoins, l'inactivité physique ainsi que la sédentarité, qui se caractérise par le fait d'avoir une dépense énergétique de repos plus de 7h par jour, sont extrêmement courants dans notre société. Le sédentarité serait le quatrième facteur de risque de mortalité dans le monde selon l'OMS (28).

Les recommandations de l'OMS sont adaptées à l'âge. Pour les adultes de plus de 18 ans, il est recommandé de pratiquer au minimum 150 minutes par semaine d'activité physique d'intensité modérée ou 75 minutes d'activité physique de forte intensité. Néanmoins, pour obtenir des bénéfices réels sur la santé, la pratique d'une activité de 300 minutes par semaine à intensité modérée est recommandée. De plus, des activités de renforcement musculaire des groupes musculaires principaux doivent être pratiqués au minimum 2 fois par semaine. Par ailleurs, l'activité doit être pratiquée par tranche d'au moins 10 minutes pour être profitable au système cardio-respiratoire (28,33). Finalement, les recommandations mondiales sur l'activité physique sont essentiellement axées sur la prévention des maladies non transmissibles, dont fait partie le diabète (28).

De plus, l'activité physique doit être pratiquée de façon régulière tout au long de la vie pour pérenniser les effets bénéfiques sur la santé. En effet, les effets disparaissent progressivement sur 2 mois après l'arrêt de l'activité physique (27).

En France, dans le cadre du Plan National Nutrition Santé (PNNS) de 2002, il est recommandé de pratiquer au moins 30 minutes de marche rapide par jour (34).



Dans le cadre de ces recommandations, le Masseur-Kinésithérapeute, en tant que professionnel de santé, a une place centrale dans la promotion de l'activité physique au service de la santé, dans la population générale.

### **1.2.2. Caractéristiques**

L'exercice physique est une activité physique structurée qui se caractérise par plusieurs modalités quantifiables regroupées sous l'acronyme « FITT-VP » : Fréquence, Intensité, Type, Temps, Volume et Progression (5,27,28).

- La fréquence caractérise le nombre de répétition de l'activité sur un temps donné, en général le nombre de séances par semaine.
- L'intensité correspond à la dépense énergétique engendrée par l'activité, elle peut être mesurée en METs, en pourcentage de VO<sub>2</sub>max, ou par des indicateurs subjectifs comme l'essoufflement ou la transpiration.
- Le type d'activité fait référence aux effets envisagés, par exemple l'exercice en endurance aura un impact sur les capacités cardio-respiratoires, le travail en force impactera le système musculaire, ou les exercices d'équilibre et de coordination amélioreront la souplesse articulaire.
- Le temps se réfère à la durée de l'activité sur une séance.
- Le volume correspond à la quantité totale d'activité réalisée. Il est le résultat de l'interaction entre la durée, la fréquence, la longueur et l'intensité du programme de l'activité .
- La progression caractérise l'augmentation des composantes précédentes et permet à la personne de progressivement atteindre ses objectifs.

D'autre part, toute activité physique se compose de trois parties : une phase d'échauffement à intensité légère pour faire la transition entre le repos et l'activité et permettre au corps de s'ajuster aux changements physiologiques ; puis, la phase d'exercice physique ; enfin, une phase de récupération à intensité légère permettant au corps de retrouver ses constantes naturelles progressivement (27).

Tous ces paramètres sont à prendre en compte et à ajuster lors de la réalisation d'un programme d'activité physique adaptée.

L'activité physique adaptée (APA) est définie comme «*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* ». Elle est dispensée par des professionnels de l'activité physique ou par des professionnels de santé, comme le Masseur-Kinésithérapeute et vise à choisir l'activité appropriée et à en adapter les modalités en fonction des besoins et des capacités de la personne (27,33).

L'APA peut alors être réalisée dans un programme de prévention comme au sein de programme d'éducation thérapeutique du patient chez le diabétique de type 2.

### **1.2.3. Recommandations pour le patient diabétique**

Nous savons donc que l'objectif du traitement chez le diabétique de type 2 est de maintenir un contrôle glycémique optimal afin de prévenir les complications du diabète (1,15).

Les données actuelles de la littérature démontrent, avec un fort niveau de preuve (niveau de preuve I), que l'activité physique permet d'améliorer le contrôle glycémique en diminuant l'hémoglobine glyquée (HbA1c) d'environ 0,6% en moyenne (29,33). Il est également démontré (niveau de preuve II) que l'activité physique améliore la pression artérielle, le profil lipidique, l'indice de masse corporelle avec une diminution de la graisse viscérale, la fonction endothéliale et réduit l'inflammation, qui sont des indicateurs de risques cardiovasculaires (29,31,33,35). De plus, l'activité physique permet d'augmenter l'action de l'insuline jusqu'à 24h après la fin de l'exercice, et ce, d'autant plus que l'intensité pratiquée est élevée (35). L'activité physique permet donc d'améliorer l'insulino-résistance, qui est un marqueur de progression du diabète (1).

L'activité physique permet alors de prévenir les neuropathies, la néphropathie, la rétinopathie en réduisant le risque micro-vasculaire (31).

Par ailleurs, nous avons vu que les capacités cardio-respiratoires sont diminuées chez le sujet diabétique, or, il existe un gradient inverse entre les capacités cardio-respiratoires et la mortalité dans cette population (36–38). L'activité physique

permet d'améliorer les capacités cardio-respiratoires, ceci étant objectivé par une amélioration de la VO<sub>2</sub>max, elle peut donc être bénéfique pour diminuer le risque de développer des complications (38,39). L'amélioration de la VO<sub>2</sub>max est aussi associée à une amélioration de la qualité de vie, qui est également diminuée dans cette population (40).

D'autre part, le diagnostic de diabète de type 2 induit de nombreux changements de vie et a un impact sur le bien être psychologique de ces personnes. Pour sa part, l'activité physique a de nombreux bénéfices psychosociaux en améliorant la qualité de vie, l'estime de soi et en diminuant les symptômes de dépression (33,35).

Néanmoins, l'exercice physique peut avoir des répercussions néfastes en terme de santé, et d'autant plus lorsqu'il s'applique à des personnes souffrant de pathologies chroniques. En effet, avec l'augmentation du volume d'exercice, le risque de blessure musculo-squelettique ou de complications cardiovasculaires augmente. Rappelons qu'un sujet diabétique a un risque multiplié par 1,8 pour le Syndrome Coronarien Aiguë (SCA), 1,5 pour l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC), ces personnes sont donc à risque cardio-vasculaire élevé (1).

Cette notion est définie sous le terme de « Balance bénéfice-risque », l'activité physique optimale est donc celle qui fournit des avantages à risque minimal pour cette population à risque cardio-vasculaire (27,33).

Par ailleurs, ce sur-risque est compensé à moyen terme par l'effet de l'entraînement régulier, le risque d'un SCA au cours d'une activité physique intense diminue proportionnellement à la régularité de l'activité physique (30).

D'autre part, le patient diabétique doit être particulièrement attentif à sa glycémie avant d'entreprendre une activité physique (33). Si le patient commence une activité physique avec un taux de glucose élevé, il sera prudent de s'assurer de sa bonne hydratation et il devra faire attention à ses sensations. Cependant, le risque d'aggraver l'hyperglycémie par l'activité physique n'est valable que chez le diabétique de type 1 (33,35). Une hyperglycémie supérieure à 2,5 g/L (15mmol/L) au moment de débiter l'exercice est néanmoins une contre-indication à l'activité physique chez le patient diabétique (33).

La préoccupation principale chez ces personnes lors d'une activité physique est, à contrario, l'hypoglycémie. En effet, la sensibilité des tissus à l'insuline augmente après l'exercice physique et peut engendrer un risque d'hypoglycémie jusqu'à plusieurs heures post-exercice. Selon l'intensité et la durée de l'exercice, il est observé une diminution de la glycémie, mais les formes d'hypoglycémie vraie restent assez faibles et sont principalement présentes chez les personnes prenant de l'insuline et/ou des sulfamides hypoglycémiantes (35). Dans ce cas, la personne peut être amenée à absorber des glucides (15 à 20g) avant l'activité si la glycémie est <1 g/L (5.6mmol/L) ou ajuster transitoirement son traitement en prévision de l'activité (1,33).

Par ailleurs, la pratique d'une activité physique à haute intensité par des personnes atteintes de diabète de type 2 doit tenir compte de certaines précautions. En effet, la haute intensité est contre indiquée chez les personnes avec un diabète mal contrôlé, une atteinte rénale sévère ou une hypertension artérielle non contrôlée (33). De plus, pour les personnes avec une rétinopathie non stabilisée, l'activité physique intense pourrait entraîner un risque d'hémorragie ou de décollement de la rétine, c'est pourquoi l'American Diabetes Association (ADA) déconseille cette pratique chez ces sujets (35).

De plus, la présence d'un mal perforant plantaire est une contre-indication temporaire à la pratique de toute activité physique des membres inférieurs (33).

D'autre part, des précautions sont à prendre en fonction des autres traitements médicamenteux de la personne, comme les statines, les bêta-bloquants et certains diurétiques. La surveillance de la glycémie est alors indispensable avant et après l'activité physique (1,33,35).

La connaissance de ces notions et de la médication du patient est donc primordiale pour le Masseuse-Kinésithérapeute afin de s'assurer de l'individualisation et de l'innocuité des séances d'activité physique adaptée.

Finalement, les instances internationales (ADA, OMS) et nationales (HAS), se sont appuyées sur les données actuelles de la littérature pour recommander, avec un haut niveau de preuve (grade B, niveau II), la pratique d'une activité physique en endurance d'au moins 150 minutes par semaine d'intensité modérée à vigoureuse, étalée sur au moins 3 jours par semaine sans arrêt de plus de 2 jours consécutifs afin

de maintenir les bienfaits cardio-métaboliques. Celle-ci doit être combinée à du renforcement musculaire de 2-3 séances par semaine non consécutives (30,33,35).

De plus, elles recommandent de pratiquer en plus une activité d'assouplissement et d'équilibre, mais qui ne doit pas se substituer aux autres activités physiques car elle n'a pas d'impact sur la sensibilité à l'insuline, le contrôle glycémique ou la composition corporelle (28,35).

D'autre part, il est conseillé de diminuer le temps de sédentarité afin qu'il soit inférieur à 7 heures par jour. Il est également conseillé de rompre le temps assis par des passages en position debout ou de la marche toutes les 30 minutes (28).

De la même façon que pour une personne en bonne santé, les 150 minutes d'activité physique hebdomadaires recommandées par l'OMS permettent une réduction de certains facteurs de risque cardiovasculaire mais ne sont pas suffisantes pour réduire significativement le risque cardio-vasculaire à 10 ans (41). Une activité physique supervisée et structurée de plus de 150 minutes par semaine est également associée à une plus grande réduction du taux d'hémoglobine glyquée (42).

De plus, certaines méta-analyses démontrent qu'avec l'augmentation de l'intensité s'associe une amélioration des capacités respiratoires et du contrôle glycémique (29,39,43). L'activité physique à haute intensité semble donc être une modalité intéressante pour les diabétiques de type 2.

Il revient alors aux professionnels de santé comme le Masseur-Kinésithérapeute d'accompagner le patient pour cibler ses besoins et déterminer l'activité physique optimale et individualisée adaptée.

#### **1.2.4. Place du Masseur-Kinésithérapeute**

L'activité physique est donc une des pierres angulaires de la prévention tertiaire du patient diabétique et est régulièrement abordée dans le cadre de programme d'éducation thérapeutique pour ses bénéfices sur le contrôle glycémique et les comorbidités associées au diabète de type 2 (1). Or, environ 60% des diabétiques ne pratiquent pas d'activité physique, augmentant ainsi le risque de morbi-mortalité de la maladie (44,45). Plusieurs raisons pourraient expliquer ce chiffre ; parmi les

principales, nous pouvons citer le manque de compliance du patient ainsi que le manque de connaissances des prescripteurs sur ce thème (41).

La prescription d'Activité Physique Adaptée (APA) pour les personnes en Affection de Longue Durée (ALD), actée par l'article L. 1172-1 de décembre 2016, peut être une solution pour diminuer le facteur de non observance de la part des patients. En effet, le programme « *Suède en mouvement* » a montré une observance de 65% à 6 mois des ordonnances d'APA, ce qui équivaut à l'observance des traitements médicamenteux (27).

Néanmoins, la prescription d'APA est encore très faiblement réalisée en France et reste bien souvent généraliste. Pour un programme personnalisé, le Masseur-Kinésithérapeute doit être capable de comprendre comment la physiologie de l'exercice interagit avec la physiopathologie et le traitement médicamenteux de la personne (41). Il dispose pour cela des compétences sur la physiologie de l'exercice et la physiopathologie du diabète afin de mettre en place un programme d'activité physique structuré et supervisé (46).

La prescription d'APA par le médecin généraliste permet d'écartier toute contre-indication formelle à l'activité physique, via des examens complémentaires comme l'épreuve d'effort (27). Par la suite, le Masseur-Kinésithérapeute réalise un bilan pour définir le niveau habituel d'activité physique du patient ainsi que son phénotype fonctionnel (46). Un entretien motivationnel est également effectué afin de déterminer les facteurs favorisant et les freins à la pratique de l'activité physique régulière (33,46).

Le rôle du Masseur-Kinésithérapeute est donc d'accompagner le patient dans un changement de comportement. Pour cela, le Masseur-Kinésithérapeute réalise et supervise un programme d'activité physique façonné avec le patient, tout en l'éduquant sur l'auto-surveillance de sa glycémie, le repérage des signes d'hypoglycémie ou de non tolérance de l'activité physique, l'examen des pieds avant et après l'exercice, le port de chaussures adéquates, pour qu'il puisse par la suite être autonome (1,46). Le Masseur-Kinésithérapeute doit également avoir un rôle de conseiller en expliquant l'importance de l'activité pour le contrôle du diabète, des bénéfices qu'elle apporte tout en prenant en compte les réticences du patient à sa pratique (44).

Pour permettre la pérennisation de ce mode de vie chez les diabétiques de type 2, il faut une coopération entre les différents professionnels de santé entourant le patient. Le Masseur-Kinésithérapeute se met en lien avec le médecin généraliste, l'infirmière, le podologue, les associations ainsi que les éducateurs d'activité physique adaptée si l'activité est par la suite dispensée dans ce cadre (46).

Le Masseur-Kinésithérapeute est donc un professionnel de santé apte à concevoir et mettre en œuvre un programme d'activité physique adapté aux besoins de la personne, dans le cadre de la prévention chez le patient diabétique de type 2, comme l'atteste le référentiel des compétences de cette profession (annexe I) (47).

De plus, identifier les barrières à la pratique d'activité physique par le patient, pour pouvoir les contourner, semble donc primordiale. La raison principale à la non pratique de l'activité physique par les personnes atteintes de diabète de type 2 est le manque de temps (48). La recherche d'une activité moins chronophage pourrait donc être un levier intéressant.

### **1.2.5. High-intensity interval training**

Dans cet objectif de trouver une activité physique moins chronophage pour augmenter l'adhésion des patients diabétiques à leur programme d'activité physique adaptée, le « high-intensity interval training » semble être une alternative appropriée.

L'appellation anglaise « high-intensity interval training » (HIIT) correspond à un exercice fractionné réalisé à haute intensité et peut être traduit en français par « entraînement fractionné à haute intensité ». Le HIIT a émergé dans les années 1950 au sein des programmes d'entraînement de sportifs olympiques afin d'améliorer leurs performances, puis intègre depuis quelques années les programmes de réhabilitation cardio-respiratoire (49).

Il existe de nombreux protocoles de HIIT qui font varier les paramètres « FITT-VP », mais il se compose toujours d'une alternance de courtes sessions d'exercices (4 à 6 cycles de 10 secondes à 4 minutes) à haute intensité ( $\geq 70\%$  de la capacité maximale ou  $\geq 90\%$  FCmax), entrecoupées de périodes de récupération (30 secondes

à 1 minute) à intensité faible ou nulle ( $\leq 40\%$  de la capacité maximale) comme illustré sur la figure 3 (50).

La durée du HIIT est donc d'une dizaine à une vingtaine de minutes, et est souvent mise en opposition à l'exercice en endurance continue ou «moderate-intensity continuous training» (MICT) en anglais, qui se réalise à intensité modérée, et dépasse généralement les 30 minutes d'exercice (50).

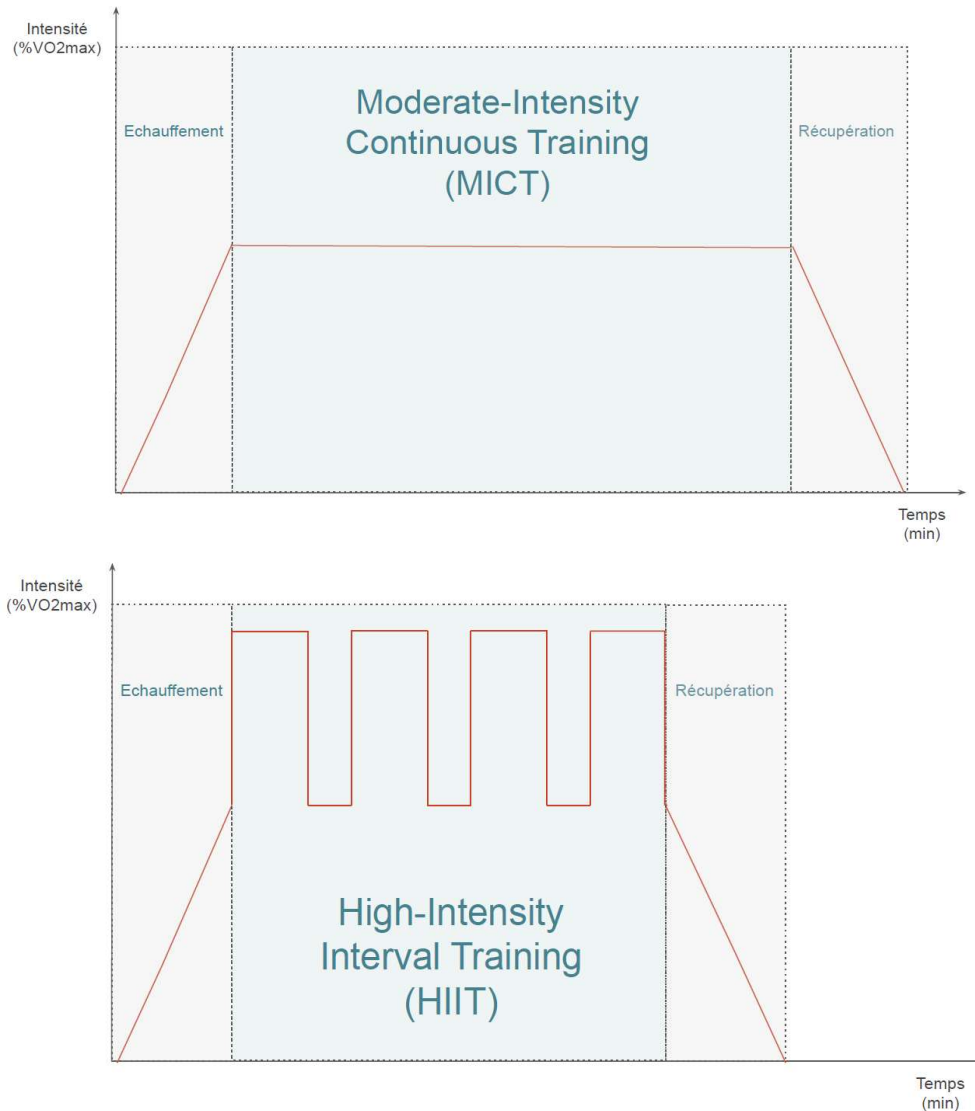


Figure 3: Schémas descriptifs du "Moderate intensity continuous training" (MICT) et du "High-intensity interval training" (HIIT)

Le HIIT n'est donc pas standardisé mais se fonde sur les capacités individuelles du patient, puisque l'intensité correspond à un pourcentage des capacités de la personne et permet donc la progression en englobant de multiples activités en fonction du niveau de chaque personne.



L'entraînement HIIT peut être réalisé selon différentes modalités et matériels, le tapis roulant et le cycloergomètre sont les plus fréquemment répertoriés, mais le HIIT peut également se réaliser via un circuit d'exercices au poids du corps comme dans le crossfit, ou adaptable à d'autres activités comme le ski, l'aviron, la natation, le roller, la montée de marches etc. (50). Il est donc possible d'adapter le programme de HIIT au sport souhaité par le patient.

D'autre part, une activité physique à haute intensité semble apporter des bénéfices physiques supérieurs (39,43). Néanmoins, réaliser une activité physique à haute intensité pendant une longue période peut être risqué et impraticable pour les personnes âgées ou avec des comorbidités (27). C'est pourquoi le HIIT, une activité à haute intensité mais à bas volume, semble appropriée puisqu'elle concilie les bénéfices de la haute intensité avec une courte période.

Les bénéfices du HIIT ne sont plus à prouver chez les personnes en bonne santé ou les personnes atteintes de pathologies cardiovasculaires (51,52). En effet, le HIIT montre un intérêt dans l'amélioration de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), de la circonférence abdominale, du profil lipidique et tensionnel, qui sont des paramètres de risques cardiovasculaires (35,38,39).

De plus, le HIIT permet également d'améliorer le contrôle glycémique via une diminution de l'hémoglobine glyquée (HbA1c), de l'insulino-résistance, et une amélioration de la fonction endothéliale chez les personnes atteintes de diabète de type 2 (35,50,53).

Cette méthode présente donc une alternative intéressante à l'exercice continu pour de nombreux paramètres métaboliques. D'autre part, la littérature actuelle semble indiquer des résultats significativement équivalents voire supérieurs du HIIT comparé au MICT. En effet, le HIIT semble augmenter plus significativement la capacité aérobique maximale que le MICT, en ralentissant l'épuisement du métabolisme anaérobie et en augmentant la consommation maximale en oxygène (VO<sub>2</sub>max) qui est fortement prédictive de morbi-mortalité chez les personnes atteintes ou non de diabète de type 2 (50,54).

Par ailleurs, la littérature actuelle fournit des résultats contradictoires quant à la supériorité du HIIT comparé au MICT sur les paramètres métaboliques chez le patient diabétique (53,55).

De plus, il est probable que les recommandations internationales pour la personne diabétique se centrent sur l'exercice en endurance à intensité modérée car les activités physiques comme la marche sont faciles à mettre en œuvre et sécuritaires, en l'absence de revues à haute qualité méthodologique pouvant prouver la supériorité du HIIT (50).

Néanmoins, il semblerait qu'une activité physique à plus haute intensité soit favorable sur le contrôle glycémique et les capacités cardio-respiratoires chez le patient diabétique de type 2, tout en étant moins chronophage.

Étant donné que le manque de temps est la raison principale à la limitation d'activité physique régulière pour ces personnes, le HIIT semble être un bon levier à la disposition du Masseur-Kinésithérapeute, pour réduire la non observance chez les diabétiques de type 2.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

---

### 2.1. Problématique

Le diabète est l'une des principales urgences mondiales du 21<sup>ème</sup> siècle en santé (5–14). En effet, la croissance exponentielle du diabète de type 2, qui se caractérise par une hyperglycémie chronique résultant d'une résistance ou insuffisance en insuline, induit une morbi-mortalité importante (maladies cardio-vasculaires, rétinopathies, neuropathies, néphropathies) (1,4,6,15,17–20). Le poids de l'impact économique et sociétal qui en résulte amène les agences de santé internationales à tout faire pour enrayer son expansion (7,13,14). Le traitement du diabète de type 2 repose sur un triptyque composé de changements alimentaires, d'activité physique et d'un traitement médicamenteux, afin d'améliorer principalement le contrôle glycémique (1,5,15,21).

Nous avons pu constater que l'activité physique a des bénéfices reconnus sur la prévention de la morbi-mortalité de cette pathologie (29–33,35–43,45,46), mais que peu de sujets diabétiques la pratique en réalité, principalement à cause d'un manque de temps (44,48). Comme nous l'avons vu, la prescription d'activité physique adaptée (APA) semble être un levier intéressant pour augmenter la pratique d'activité physique (30). C'est dans le cadre de cette prescription d'APA que le Masseuse-Kinésithérapeute, disposant des compétences nécessaires, peut réaliser et superviser un programme d'activité physique adaptée avec les patients diabétiques de type 2 (1,33,46).

Les agences internationales de santé recommandent actuellement une activité d'endurance continue combinée à une activité de renforcement musculaire régulière pour les diabétiques de type 2 (28,33,35). Par ailleurs, une nouvelle méthode à bas volume et haute intensité fractionnée semble émerger depuis quelques décennies : le « High-Intensity Interval Training » (HIIT) (49). Des études ont montré les bénéfices du HIIT sur de nombreux paramètres métaboliques et cardio-respiratoires pour un temps d'entraînement réduit (50,51). De plus, malgré une hétérogénéité des données, la littérature actuelle semble indiquer que le HIIT apporte des bénéfices supérieurs comparé au traitement de référence, le « Moderate-Intensity Continuous Training » (MICT) chez le sujet diabétique (39,41,53–55).

Toutefois, le HIIT ne figure pas encore dans les recommandations puisque ses effets n'ont pas encore été entièrement investigués par des études à haute qualité méthodologique.

De ce fait, nous pouvons nous demander si le HIIT pourrait être une alternative au MICT chez la personne atteinte de diabète de type 2. Est-ce que les paramètres métaboliques sont augmentés de façon supérieure avec le HIIT que le MICT dans cette population ?

Par conséquent, faire le point sur la comparaison de ces deux techniques a un intérêt clinique pour le Masseuse-Kinésithérapeute dans le cadre de son programme d'activité physique adaptée chez le patient diabétique de type 2.

La problématique suivante peut alors être posée : **Chez les personnes adultes diabétiques de type 2, est-ce que le « high-intensity interval training » améliore plus significativement le contrôle glycémique, les facteurs cardio-vasculaires et la capacité cardio-respiratoire, comparé au traitement de référence le « moderate-intensity continuous training » ?**

Différentes hypothèses peuvent être élaborées pour répondre à cette problématique. L'hypothèse principale suppose que le HIIT, comparé au MICT, permet d'**améliorer le contrôle glycémique** et donc de diminuer le risque de complications dues à l'hyperglycémie chronique.

Les hypothèses secondaires postulent que le HIIT, comparé au MICT, permet de **diminuer la mortalité** en **diminuant les facteurs de risques cardio-vasculaires**, qui sont la première cause de mortalité chez le diabétique, ainsi qu'en **améliorant la capacité cardio-respiratoire**.

L'objectif de cette recherche est de réaliser un état des lieux de la littérature scientifique concernant la comparaison de ces deux techniques sur différents paramètres prédictifs de morbi-mortalité chez le diabétique de type 2.

Pour cela, nous allons réaliser une revue scientifique de la littérature, qui a pour but de synthétiser les résultats des différentes études actuelles sur ce thème (56). La méthodologie appliquée sera expliquée ci-après.

## 2.2. Stratégie de recherche

### 2.2.1. Bases de données et équations de recherche

Une recherche électronique a été exécutée sur plusieurs bases de données internationales. Des plateformes générales ont été consultées, comme *PubMed (MEDLINE)*, *Scopus*, *Cochrane Library*, ainsi que *PEDro*, qui est dédié uniquement à la physiothérapie. La littérature grise n'a pas été interrogée au vu du large nombre de résultats émanant de ces bases de données scientifiques. Cette recherche a été réalisée en mars 2020.

J'ai pu accéder à ces bases de données via l'accès universitaire gratuit, relatif à mon inscription à l'Université de Bretagne Occidentale (UBO).

Par la suite, le logiciel *Zotero* a été utilisé pour la gestion des références bibliographiques.

Pour réaliser cette recherche, j'ai sélectionné les mots clefs essentiels de ma question de recherche, en me basant sur la méthode PICO (Population, Intervention, Comparateur, Outcomes = critère d'évaluation). J'ai par la suite traduit ces mots clefs en anglais et j'ai collecté les synonymes utilisés dans la littérature scientifique grâce au catalogue MeSH de l'INSERM (57) et celui du CISMef (58). Ces mots clefs sont regroupés dans la figure 4.

PICO	Mots courants	Synonymes
<b>Population</b>	Type 2 diabetes Mellitus	"adult-onset diabetes mellitus" OR "diabetes mellitus, adult onset" OR "diabetes mellitus, adult-onset" OR "diabetes mellitus, ketosis resistant" OR "diabetes mellitus, ketosis-resistant" OR "diabetes mellitus, maturity onset" OR "diabetes mellitus, maturity-onset" OR "diabetes mellitus, non insulin dependent" OR "diabetes mellitus, non-insulin-dependent" OR "diabetes mellitus, noninsulin dependent" OR "diabetes mellitus, Noninsulin-Dependent" OR "diabetes mellitus, slow onset" OR "diabetes mellitus, slow-onset" OR "diabetes mellitus, stable" OR "diabetes mellitus, type II" OR "Diabetes, Maturity-Onset" OR "Diabetes, Type 2" OR "ketosis-resistant diabetes mellitus" OR "Maturity Onset Diabetes" OR "maturity onset diabetes mellitus" OR "Maturity-Onset diabetes" OR "maturity-onset diabetes mellitus" OR "mody" OR "niddm" OR "non-insulin-dependent diabetes mellitus" OR "Noninsulin Dependent Diabetes Mellitus" OR "Noninsulin-Dependent diabetes mellitus" OR "slow-onset diabetes mellitus" OR "stable diabetes mellitus" OR "Type 2 Diabetes" OR "type 2 diabetes mellitus"
<b>Intervention</b>	High Intensity Interval Training	"Exercise, High-Intensity Intermittent" OR "Exercises, High-Intensity Intermittent" OR "High Intensity Interval Training" OR "High-Intensity Intermittent Exercise" OR "High-Intensity Intermittent Exercises" OR "High-Intensity Interval Trainings" OR "Interval Training, High-Intensity" OR "Interval Trainings, High-Intensity" OR "Training, High-Intensity Interval" OR "Trainings, High-Intensity Interval" OR "HIIT"
<b>Comparateur</b>	Moderate intensity continuous training	"moderate intensity continuous training" OR "Training, Endurance"
<b>Outcomes</b> = Critère d'évaluation		

Figure 4: Tableau des mots clefs et de leurs synonymes



Bases de données	Équation finale
Scopus	<pre>(( "type 2 diabetes" OR "type 2 diabetes mellitus" ) AND ( "High-intensity interval training" OR "HIIT" ) AND ( "moderate-intensity continuous training" OR "Training, Endurance" )) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "French" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Human" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD , "Humans" ) )</pre> <p>Filters : limit to : human(s), language (english, french)</p>
Cochrane	<pre>#1 "Type 2 diabetes" OR "type 2 diabetes mellitus" #2 "High-Intensity Intermittent training" OR "High Intensity Interval Training" OR "HIIT" #3 "Moderate intensity continuous training" OR "Training, Endurance"  #1 AND #2 AND #3</pre>

Figure 5: Équations de recherche

## 2.2.2. Critères de sélection

Afin de filtrer les études les plus spécifiques à ma recherche, j'ai élaboré des critères de sélection pertinents avec ma thématique, définis selon la méthode PICO. Ces critères de sélection des articles sont répertoriés dans la figure 6.

PICO	Critères d'inclusion	Critères de non inclusion
Type de Population	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adulte &gt;18 ans</li> <li>• Diabète de type 2</li> <li>• Femmes ET Hommes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• État de pré-diabète</li> <li>• Autre type de diabète (type 1, gestationnel)</li> <li>• Comorbidités contre indiquant la pratique d'exercice</li> </ul>
Type d'Intervention	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HIIT (toute forme)</li> <li>• Intensité (haute <math>\geq 70\%</math>VO<sub>2</sub>max puis basse, par intervalle)</li> <li>• Fréquence <math>\geq 3</math> fois/semaine</li> <li>• Durée <math>\geq 8</math> semaines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autre intervention associée (nutrition, renforcement musculaire)</li> </ul>
Type de Comparateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MICT</li> </ul>	
Type d'Outcomes (= critère d'évaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HbA1c, HOMA-IR, TA, profil lipidique (cholestérolémie, fractions HDL et LDL, triglycéridémie), données anthropométriques (IMC, circonférence de la taille ou rapport circonférence de la taille-hanche), VO<sub>2</sub>max</li> </ul>	
Type d'étude	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humains</li> <li>• Langues : Anglais, Français</li> <li>• Date de publication &gt; 2010</li> <li>• Haut design méthodologique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau de preuve trop faible (score PEDro &lt;5, études cas-témoins, études rétrospectives, séries de cas, études épidémiologiques descriptives)</li> </ul>

Figure 6: Critères de sélection

Le HIIT n'est pas défini de façon universelle, les protocoles des études sont hétérogènes dans la durée, l'intensité, la fréquence, rendant la sélection plus difficile à effectuer. Il a été décidé que les articles inclus doivent présenter les critères suivants concernant l'intervention du groupe pratiquant le HIIT : répétition de plusieurs cycles comprenant une partie d'au minimum 1 minute à haute intensité, entrecoupée de

périodes de récupération à une plus faible intensité ou de repos. La haute intensité se réfère à la catégorie « vigoureuse » (6 - 9 mets, 60 - 85% VO<sub>2</sub>max, 70 - 90% FCmax) à « haute » (≥ 9 mets, ≥ 85% VO<sub>2</sub>max, ≥ 90% FCmax) définie par le « Journal of Science and Medecine in Sport », qui détermine ces catégories comme celles utilisées fréquemment lors du HIIT (59).

Le choix des critères d'évaluation est lié aux hypothèses de recherche émises précédemment.

Tout d'abord, le contrôle glycémique, qui permet de conclure au bon contrôle du diabète de type 2 est évalué par la mesure de l'hémoglobine glyquée (HbA1c), ainsi que la mesure de la sensibilité des tissus à l'insuline (HOMA-IR) (22,60,61).

De plus, les marqueurs de risques modifiables cardiovasculaires sont extraits puisqu'ils attestent des comorbidités et de la morbidité cardiovasculaires. Cela consiste en la mesure du profil lipidique (triglycérides, cholestérol total et fractions HDL et LDL), du profil tensionnel (pression artérielle systolique et diastolique) ainsi que le recueil des données anthropométriques (indice de masse corporelle (IMC), circonférence de la taille ou rapport de circonférence taille-hanche) (27). Ces critères d'évaluation documentent la deuxième hypothèse.

Par ailleurs, la mesure de la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub>max) qui est prédictif de la mortalité, est le gold standart pour témoigner de la capacité d'effort de la personne (62). Son évaluation permettra de renseigner la troisième et dernière hypothèse.

Une description détaillée des caractéristiques des outils de mesure est disponible en annexe II.

### **2.2.3. Description du processus de sélection**

Les équations de recherche ont donc été introduites dans les bases de données *PubMed (MEDLINE)*, *PEDro*, *Cochrane Library* et *Scopus*. Les articles en résultant ont alors été rassemblés et évalués. De plus, j'ai vérifié manuellement la liste de référence d'articles pertinents pour rajouter d'autres études appropriées .

Après élimination des doublons, le processus de sélection des articles suit un modèle à étapes, défini par des critères incluant ou non les articles.



Tout d'abord, uniquement les études réalisées sur des humains, publiées ces 10 dernières années en anglais ou français sont incluses, dans un souci de compréhension du texte.

J'ai réalisé seule ce processus en commençant par la lecture des titres et résumés des études sélectionnées auxquels j'ai confronté mes critères d'inclusion.

- 1) Les participants à l'étude doivent être âgés de plus de 18 ans, puisque que cette étude s'intéresse à la population adulte ;
- 2) être diagnostiqués diabétique de type 2, puisque cette étude ne prend pas en compte la prévention primaire.
- 3) L'étude doit inclure des femmes et des hommes pour avoir des résultats plus représentatifs de la population générale étudiée.
- 4) L'intervention doit comparer le HIIT à un groupe qui reçoit le traitement de référence : le MICT.
- 5) Les critères de jugement évalués par l'étude doivent au moins comprendre les items suivants : la mesure de l'HbA1c, le calcul de l'index HOMA-IR, la mesure de la tension artérielle, l'exploration d'une anomalie lipidique, les mesures anthropométriques, l'évaluation de la VO<sub>2</sub>max et doivent être effectués avant et après l'intervention.

Les articles ne respectant pas la totalité des critères ne sont pas inclus dans ce papier.

Les articles restants sont ensuite évalués par une lecture intégrale du texte. D'autres critères viennent s'ajouter à la précédente liste.

- 6) La population étudiée ne doit pas présenter de complications sévères contre-indiquant la pratique d'activité physique (cancers, complications cardiovasculaire sévères, blessures musculo-squelettiques...), pour ne pas mettre en danger la santé des participants.
- 7) Concernant le type d'intervention, toute forme de HIIT est incluse (sur tapis roulant, ergocycle, exercices au poids du corps, etc).
- 8) Les interventions doivent être réalisées en monothérapie, aucun autre type d'intervention ne doit être réalisé en association (intervention alimentaire, renforcement musculaire), pour que seul l'effet de l'exercice soit évalué.
- 9) Le HIIT doit être réalisé au minimum 3 fois par semaine, sur une période d'au moins 8 semaines, intervalle de temps minimum pour entraîner des

changements métaboliques évaluables et imputables à l'intervention ; l'évaluation de l'HbA1c reflète en effet la glycémie des 8 à 12 dernières semaines (30).

Finalement, les études avec un design méthodologique élevé définis par la HAS sont privilégiées (essais comparatifs randomisés, méta-analyses d'essais comparatifs randomisés, études de cohortes) (63). De plus, les articles dont le niveau de preuve sur l'échelle PEDro est indiqué par la base de donnée et est inférieur à 5, considéré comme faible niveau de qualité (23), ne sont pas inclus.

Pour illustrer ce cheminement et décrire les raisons précises de la non inclusion des articles, un diagramme de flux est réalisé.

## **2.3. Méthode d'analyse des articles**

### **2.3.1. Extraction des données**

Chaque article inclus dans cette étude est ensuite analysé. Pour ce faire, j'ai réalisé des fiches de lecture pour faire ressortir les points importants des documents. Elles se composent de dix items :

- 1) le nom du premier auteur et l'année et lieu de publication,
- 2) le type d'étude,
- 3) son objectif,
- 4) la description des participants (nombre, âge moyen, durée depuis le diagnostic de diabète de type 2, critères d'inclusion),
- 5) la méthodologie utilisée,
- 6) les caractéristiques de l'intervention (durée de l'étude, description de l'intervention des différents groupes),
- 7) les critères de jugements évalués,
- 8) les résultats principaux,
- 9) les limites,
- 10) la qualité méthodologique de l'étude lorsqu'elle est indiquée.

Par la suite, j'ai extrait les informations liées à ma problématique selon des catégories que j'ai prédéfinies, afin de confronter les résultats sur des points comparables. Ces items sont décrits ci-après.

- 1) Tout d'abord, sont identifiées les caractéristiques de l'étude pour permettre son identification (auteurs, année de publication, le type d'étude) ;
- 2) puis, les caractéristiques des participants (nombre total, âge, sexe, durée depuis le diagnostic du diabète de type 2, le pays d'origine) ;
- 3) le type d'interventions (nombre par groupe, durée et fréquence du protocole, type d'exercice, la durée et l'intensité de l'exercice, le pourcentage d'abandon) ;
- 4) les outils de mesure (HbA1c, HOMA-IR, triglycéridémie, cholestérolémie totale et fractions HDL et LDL, tension artérielle, IMC, circonférence de la taille ou rapport de circonférence de la taille-hanche, VO2max) ;
- 5) enfin, les résultats de l'étude, qui seront indiqués avec la valeur p statistiquement trouvée ainsi que l'intervalle de confiance qui renseigneront sur la valeur significative du résultat.

J'ai décidé de ne pas collecter toutes les informations de tous les critères de jugement qu'évaluent les études mais uniquement les informations relatives aux critères d'évaluation que j'ai définis précédemment, et qui impacteront ma problématique. Néanmoins, certaines données spécifiques aux études sélectionnées seront prélevées pour nourrir la partie discussion de ce mémoire.

Finalement, j'ai construit des tableaux récapitulatifs, reprenant ces items, pour mettre en lumière les informations importantes et pour faciliter l'analyse des résultats.

### **2.3.2. Qualité méthodologique des articles**

La méthodologie appliquée dans chaque étude doit être évaluée pour s'assurer de la validité des résultats afin de limiter les biais d'interprétation. Pour ce faire, j'ai évalué les risques de biais des articles inclus dans ce travail par des grilles de notation spécifiques à la nature méthodologique de l'étude. Les études contrôlées randomisées sont évaluées par la ligne directrice CONSORT (65). L'objectif de cette lecture critique d'article n'est pas de valider ou d'invalider les conclusions des essais mais uniquement d'évaluer la façon dont les résultats ont été récoltés (66).

La grille de notation CONSORT, évalue les risques de biais grâce à 37 items précis dont le résumé, la méthodologie, la randomisation, les résultats et la discussion, détaillés dans l'annexe III (67). La notation de la grille se réalise de manière binaire, si l'item est rempli, 1 point sera attribué, s'il n'est pas rempli, aucun point ne sera octroyé. Finalement, si l'item n'est pas applicable pour l'article, « non applicable » (NA) sera indiqué et aucun point ne sera attribué. Un score final pour chaque étude sera par la suite calculé puis converti en pourcentage.

Je considère que la méthodologie de l'article est de faible qualité s'il est compris entre 0% et 40%, de qualité acceptable si son score est entre 40% et 60%, de bonne qualité s'il est compris entre 60% et 80% et d'excellente qualité s'il obtient un score entre 80% et 100%.

## 3. RÉSULTATS

---

### 3.1. Recherche documentaire

La stratégie de recherche a identifié 393 articles potentiellement pertinents : 66 provenaient de *PubMed*, 22 de *PEDro*, 277 de *Scopus*, 24 de *Cochrane Library* et les 4 articles supplémentaires ont été identifiés via la liste de référence d'articles pertinents.

Dans un premier temps, 83 doublons ont été retirés, laissant 310 articles à confronter aux critères de sélection vus précédemment (figure 6).

Par la suite, la lecture des titres et résumés a écarté 286 articles pour diverses raisons : la population étudiée ou l'intervention n'étaient pas adéquates, les critères de jugement n'étaient pas appropriés ou la méthodologie ne recouvrait pas les critères de sélection.

Finalement, 24 articles ont été retenus pour la lecture du texte intégral. Parmi ces articles :

- 7 ont été retirés pour population inadéquate (3 car les participants étaient exclusivement de sexe masculin, 1 pour participants exclusivement féminins, 2 étudiaient une population de pré-diabétique, 1 n'étudiait pas uniquement une population de diabétiques) ;
- 6 pour intervention inappropriée (3 pour durée d'intervention trop courte et 3 car l'intervention était associée à du renforcement musculaire) ;
- 2 pour critères de jugement inappropriés (n'évaluaient pas tous les critères de jugement demandés) ;
- 1 article a été retiré en raison d'une note trop faible sur l'échelle PEDro (4/10).

A la fin de ce processus de sélection, un total de 8 articles a été retenu pour être évalué dans cette étude (68–75).

Ce processus de sélection et les raisons de non inclusion sont illustrés par le diagramme de flux de la figure 7.

Par ailleurs, les fiches de lecture, offrant une description des articles sélectionnés, sont disponibles en annexe IV.

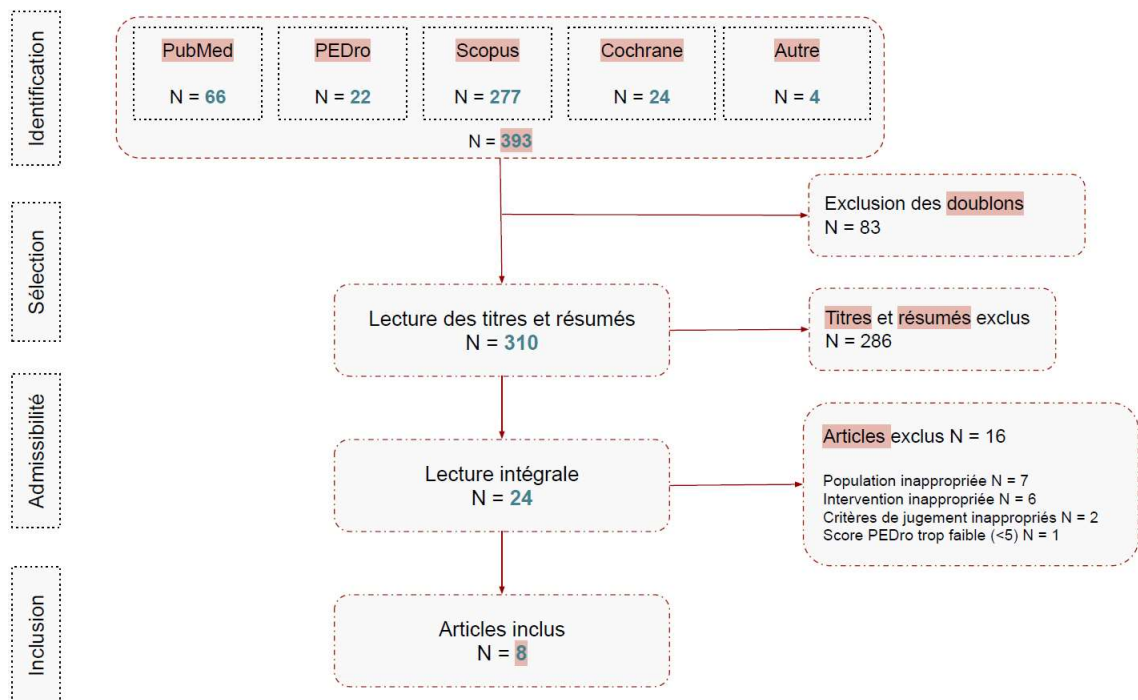


Figure 7: Diagramme de flux

### 3.2. Caractéristiques des études sélectionnées

Les études sélectionnées ont été publiées entre 2013 et 2019 et rédigées en langue anglaise. 5 études ont été réalisées en Europe (2 en Norvège (68,73) et 3 au Danemark (70,71,75)), 2 études ont été réalisées par une équipe nord américaine (États-unis (69) et Canada (74)), et la dernière étude a été réalisée en Asie du sud (Thaïlande) (72).

De plus, 7 études sont des essais cliniques contrôlés randomisés et une est un essai clinique non randomisé car les deux interventions ont eu lieu à 5 mois d'écart (73).

Par ailleurs, l'étude réalisée par Karstoff et al. en 2014 (71) semble traiter la même base de données que l'étude de Karstoff et al. de 2013 (70). Néanmoins les deux études évaluent des données différentes et sont donc incluses séparément dans la présente étude. Effectivement, l'étude de 2014 est plus ciblée sur les paramètres du contrôle glycémique.

Les personnes ont été recrutées via des méthodes hétérogènes : des annonces écrites, les médias et internet, recrutement dans les hôpitaux ou dans des centres d'endocrinologie ou de rééducation.

Les principales caractéristiques des études incluses sont présentées dans la figure 8.

Etude	Type d'étude	Groupes	Participants	Durée (fréquence)	Type d'exercice	Intensité	Durée /session (min)
Hollekim-Strand et al., 2014	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 17 (35% ♀) - 54,7 ans	12 sem (210min/sem)	NA	modérée	≥ 10
		HIIT	n = 20 (40% ♀) - 58,6 ans	12 sem (3jours/sem)	Marche ou course sur tapis roulant	4 cycles 4 min 90% - 95% FCmax 3 min ~70%FCmax	40
Hwang et al., 2019	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 16 (37,5% ♀) - 62 ans	8 semaines (4 jours/sem)	Ergocycle <i>("all extremity non-weight bearing air-braked ergometer")</i>	70% FCmax	47
		HIIT	n = 18 (50% ♀) - 65 ans			4x4min à 90% FCmax + 3x3min récupération active à 70% FCmax	40
		contrôle	n = 16 (50% ♀) - 61 ans			Pratiquer la même activité physique que d'habitude	
Karstoft et al., 2013	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 12 (33% ♀) - 60,8 ans	16 semaines (5 jours/sem)	Marche	55% VO2pic	60
		HIIT	n = 12 (41% ♀) - 57,5 ans			cycles 3min à ≤70% VO2pic + 3min à ≥70% VO2pic	60
		contrôle	n = 8 (37,5% ♀) - 57,1 ans			Pratiquer la même activité physique que d'habitude	
Karstoft et al., 2014	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 12 (33% ♀) - 60,8 ans	16 semaines (5 jours/sem)	Marche	55% VO2pic	60
		HIIT	n = 12 (41% ♀) - 57,5 ans			cycles 3min à ~40% VO2pic + 3min à ≥70% VO2pic	60
		contrôle	n = 8 (37,5% ♀) - 57,1 ans			Pratiquer la même activité physique que d'habitude	
Mitrannun et al., 2014	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 14 (64% ♀) - 61,7 ans	12 semaines (3 jours /sem)	Marche sur tapis roulant	3 phases (50%, 60%, 65% VO2pic)	3 phases (30, 30, 40)
		HIIT	n = 14 (64% ♀) - 61,2 ans			3 phases : 1 : 50% VO2pic 2 : 4x1min à 80%VO2pic et 4x4min à 50%VO2pic 3 : 6x1min 85%VO2pic avec 4min à 60%VO2pic	3 phases (30, 30, 40)
		contrôle	n = 15 (67% ♀) - 60,9 ans			Rester sédentaire	
Støa et al., 2017	Essai contrôlé non randomisé	MICT	n = 19 - 59 ans	12 semaines (3 jours /sem)	Marche ou course en extérieur	70%-75% FCmax	60
		HIIT	n = 19 - 59 ans			4x4 min 90%FCmax + 3min récupération active à 70%FCmax	52
Terada et al., 2013	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 7 (43% ♀) - 63 ans	12 semaines (5 jours / sem)	Tapis roulant et ergocycle (alternativement)	40% VO2Pic	sem 1-4 : 30 sem 5-8 : 45 sem 9-12 : 60
		HIIT	n = 8 (50% ♀) - 62 ans			jour 1 : 40% VO2Pic 7 x 1min 100%VO2Pic + 3min 20%VO2Pic	sem 1-4 : 30 sem 5-8 : 45 sem 9-12 : 60
Winding et al., 2018	Essai contrôlé randomisé	MICT	n = 12 (42% ♀) - 58 ans	11 semaines (3 jours /sem)	Ergocycle	50%Wmax	135 (5 min échauffement à 50%Wmax + récupération)
		HIIT	n = 13 (46% ♀) - 54 ans			1min 95%Wmax + 1min 20%Wmax	75 (5 min échauffement à 50%Wmax + récupération)
		contrôle	n = 7 (28,5% ♀) - 57 ans			Pas d'entraînement	

HIIT = high-intensity interval training ; MICT = moderate-intensity continuous training ; VO2pic = volume pic d'oxygène ; FCmax = fréquence cardiaque maximale ; Wmax = puissance maximale ; NA = non applicable

Figure 8: Caractéristiques des études sélectionnées

### 3.2.1. Caractéristiques des participants étudiés

Le nombre de personnes inclus dans chaque étude varie de 15 à 50 personnes, pour un nombre moyen de patients par étude de 35 (48,5% de femmes) et une médiane de 34,5 personnes, ce qui fait un total de 279 (47,3% de femmes) participants inclus dans la présente étude.

De plus, 5 études intègrent un groupe contrôle en plus des 2 groupes d'intervention (69–72,75), il y a donc dans la présente revue, 54 personnes dans le groupe contrôle, 109 personnes dans le groupe MICT et 116 personnes dans le groupe HIIT.

Sur les 8 études sélectionnées, la moyenne d'âge est établie à 59,9 ans. 4 études ont placé l'âge en critère de sélection, dont 2 qui s'intéressent à une population plus âgée (50-55 ans à 70-75 ans) (72,74) et les 2 autres incluent une population large (20-30 ans à 70-79 ans) (69,73).

Le délai depuis le diagnostic du diabète de type 2 est également mentionné et est en moyenne de 7,9 ans pour ces 8 études.

Les critères principaux de sélection fréquemment retrouvés sont les suivants : l'absence de maladie contre-indiquant la pratique d'activité physique et l'absence de comorbidité (68,70,73,75) ; 2 études sélectionnent leur population selon le critère « non fumeur » (74,75), les autres études ne rapportent pas avoir de fumeurs dans leurs participants ; 2 études sélectionnent une population exclusivement sédentaire (69,72). Par ailleurs, un essai clinique inclut des patients présentant un dysfonctionnement diastolique du ventricule gauche (68).

De plus, l'utilisation de certains médicaments est rapportée dans certaines études (principalement des antidiabétiques ou des anti-hypercholestérolémiants) (69–71,74,75). D'autre part, la prise d'insuline exogène est un critère de non inclusion pour 3 études (70,71,75).

Aucun problème de santé grave, d'hypoglycémie ou de blessure liée à l'activité physique, menant à la prise de médicaments ou à une hospitalisation, n'est rapporté dans les études. Cependant, une étude a dépisté des symptômes d'asthme chez un patient (groupe HIIT), et a indiqué qu'un patient avait souffert d'une blessure au genou (groupe MICT) (70). Une description plus précise des caractéristiques des participants est disponible en annexe V.



### 3.2.2. Caractéristiques des interventions étudiées

La durée des études varie de 8 semaines à 16 semaines, la moitié des études étant à 12 semaines d'intervention (68,72–74). Toutes les études évaluent un groupe d'intervention réalisant du HIIT et l'autre du MICT, de plus, comme vu précédemment, 5 études intègrent également un groupe contrôle qui sera invité à ne pas changer ses habitudes en terme d'activité physique (69–72,75). Des périodes de familiarisation sont rapportées avant le début du protocole pour 2 essais (69,74).

De plus, les participants des études sont priés de ne pas modifier leurs habitudes alimentaires ou leurs médicaments pendant la durée de l'étude.

Du fait de l'absence de définition universelle du HIIT, les études incluses utilisent des protocoles différents pour les interventions. En effet, le type d'exercice varie de la marche à la course, en passant par le cyclisme, cela sur différents supports qui sont principalement le tapis de marche ou le cycloergomètre en centre ou en extérieur. L'intervention est supervisée et monitorée dans toutes les études sauf dans une étude où l'intervention MICT est réalisée par le patient seul à son domicile (68).

La fréquence de pratique de l'intervention est de 3 ou 5 fois par semaine et la durée d'une séance varie de 30 à 75 minutes pour l'intervention HIIT, avec un intervalle d'1 à 4 minutes à haute intensité ; et de 30 à 135 minutes pour le MICT. L'intensité appliquée est différente selon chaque étude et mesurée par différentes échelles, sont référencées le volume pic d'oxygène ( $VO_{2pic}$ ), la fréquence cardiaque maximale ( $FC_{max}$ ), la puissance maximale ( $W_{max}$ ).

Une partie des études sélectionnées rapporte des exclusions et des abandons pendant la durée de l'étude. Le taux le plus élevé d'abandon est de 17% (68) avec notamment comme raisons : une blessure au genou (70), ou des raisons personnelles n'ayant pas de lien avec l'intervention (maladie, problème de transport etc). Certaines études différencient le taux d'abandon entre les interventions, et relatent un plus grand pourcentage d'abandon dans les groupes MICT (70–72). L'exclusion de participants est principalement due à l'abandon ou à une adhésion trop faible au programme d'entraînement.

Par ailleurs, toutes les études ont pour objectif de comparer le protocole MICT et HIIT via le suivi des critères d'évaluation définis dans la partie méthodologie (figure 6). Cependant, certains essais étudient également des aspects singuliers. En effet, un

article s'intéresse aux patients ayant une dysfonction diastolique et mesure donc des paramètres cardiaques plus poussés (68), tandis que deux études s'intéressent aux sujets d'un âge avancé et sédentaires (72,74). D'autre part, une étude évalue également des aspects psychosociaux via des questionnaires évaluant par exemple la détresse psychologique ou l'auto-efficacité (74)

Une description plus précise des caractéristiques des interventions est disponible en annexe VI.

### **3.3. Effets des interventions**

#### **3.3.1. Hémoglobine glyquée (HbA1c)**

Toutes les études évaluent l'hémoglobine glyquée (HbA1c), pour un total de 279 personnes. Quatre études rapportent une amélioration significative de l'HbA1c dans le groupe HIIT alors que ce paramètre ne change pas de façon significative dans le groupe MICT (68,72,73,75). L'amélioration de l'HbA1c s'étend, parmi ces études, de 1,5% (de  $6,9 \pm 0,8$  à  $6,8 \pm 0,8$  % HbA1c,  $p < 0,05$ ) (75) à 7,6% (de  $7,78 \pm 1,39$  à  $7,19 \pm 1,10$  % HbA1c,  $p < 0,05$ ) (73).

Néanmoins, une seule étude trouve une amélioration significativement supérieure de ce paramètre pour le groupe pratiquant le HIIT (7,6%) comparé à celui du MICT (0,29%) ( $p < 0,01$ ). Par ailleurs, une analyse post-hoc de cet essai, permettant de corriger les asymétries, a été effectuée, mais la différence significative reste visible avec une amélioration de 6,4% dans le groupe HIIT (de 7,36 à 6,89 % HbA1c,  $p < 0,01$ ) (73).

Les autres études ne détectent aucun changement significatif pour ce paramètre dans les deux groupes.

### 3.3.2. Insulino-résistance (HOMA-IR)

Six études évaluent l'insulino-résistance via l'index HOMA-IR, sur un total de 232 participants (68,69,71–73,75). Deux études identifient une diminution significative de cet index pour le groupe HIIT, sans changement dans le groupe MICT, avec une amélioration de 49,8% ( $p<0,01$ ) (71) et une amélioration de 24,8% (de  $2,38\pm 2,24$  à  $1,79\pm 1,47$ ,  $p<0,05$ ) (75) ; une étude montre une diminution significative de ce paramètre dans le groupe HIIT de 19,3% (de  $3,1\pm 1,4$  à  $2,5\pm 1,1$ ,  $p<0,05$ ) ainsi que dans le groupe MICT 17,8% (de  $2,8\pm 1,3$  à  $2,3\pm 1,5$ ,  $p<0,05$ ) (72).

Le reste des études sélectionnées ne trouvent aucun changement significatif de l'insulino-résistance.

### 3.3.3. Profil tensionnel

Six études ont mesuré la pression artérielle, pour un total de 232 participants (68–70,72,73,75).

Mitranum et al. montrent une amélioration de la tension systolique uniquement dans le groupe HIIT, avec une amélioration de 9% (de  $133\pm 5$  à  $121\pm 5$  mmHg,  $p<0,05$ ) (72) ; alors que Støa et al. observent une amélioration de la pression diastolique dans le HIIT de 6,9% (de  $87\pm 9$  à  $81\pm 8$  mmHg,  $p<0,01$ ) et une amélioration pour le groupe MICT de 9,3% pour la pression diastolique (de  $86\pm 12$  à  $78\pm 11$  mmHg,  $p<0,05$ ) et de 7,5% pour la systolique (de  $160\pm 20$  à  $148\pm 26$  mmHg,  $p<0,05$ ) (73).

Les autres études ne décèlent aucun changement significatif de ce paramètre dans les groupes expérimentaux.

### 3.3.4. Profil lipidique

Sept études prélèvent les données du profil lipidique : la cholestérolémie totale, les fractions HDL et LDL ainsi que la triglycéridémie, sur une population totale de 242 personnes (69–75).

Trois études décèlent une amélioration significative de la fraction LDL-cholestérol dans le groupe HIIT, réduisant de 12,5% (de  $3,2\pm 0,2$  à  $2,8\pm 0,2$  mmol/L,  $p<0,05$ ) (70,71) à 21,8% (de  $3,34\pm 15$  à  $2,61\pm 14$  mmol/L,  $p<0,05$ ) (72) ; parmi elles, une seule étude trouve également une amélioration significative de la cholestérolémie totale, pour une réduction de 10% (de  $4,89\pm 18$  à  $4,40\pm 18$  mmol/L,  $p<0,05$ ) et de la fraction HDL, pour une augmentation de 29,2% (de  $1,06\pm 4$  à  $1,37\pm 5$  mmol/L,  $p<0,05$ ) dans le groupe HIIT. Cette étude démontre aussi une amélioration du LDL-cholestérol dans le groupe MICT de 16,7% (de  $3,41\pm 15$  à  $2,84\pm 14$  mmol/L,  $p<0,05$ ) (72).

D'autre part, Støa et al. observent une amélioration significative de la fraction HDL-cholestérol avec une augmentation de 7,2% (de  $1,24\pm 0,38$  à  $1,33\pm 0,38$  mmol/L,  $p<0,05$ ) et de la triglycéridémie, avec une diminution de 13,3% (de  $1,58\pm 0,78$  à  $1,37\pm 0,81$  mmol/L,  $p<0,05$ ) dans le groupe MICT mais aucun changement dans le groupe HIIT (73).

Les autres études ne retrouvent aucun changement significatif du profil lipidique dans les différents groupes.

### **3.3.5. Données anthropométriques**

Toutes les études évaluent l'indice de masse corporelle (IMC), la circonférence de la taille ou le ratio de circonférence de la taille-hanche, pour une population totale de 279 personnes.

Six études mesurent une amélioration significative de l'IMC pour le groupe HIIT (68,70–73,75), allant d'une réduction minimale de 1,1% (de  $28,1\pm 3,5$  à  $27,8\pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup>,  $p<0,05$ ) (75) à une réduction maximale de 3,8% (de  $29\pm 1,3$  à  $27,6\pm 1,1$  kg/m<sup>2</sup>,  $p<0,001$ ) (70,71).

Trois études observent une amélioration significative supérieure de l'IMC dans le groupe HIIT comparé au MICT ( $p<0,05$ ) (70,71,73). Karstoft et al. trouvent une amélioration dans le HIIT de 3,8% et dans le MICT de 1% (70,71) alors que Støa et al. observent une amélioration de 1,9% dans le groupe HIIT et 1,8% dans le groupe MICT (73).

A contrario, Terada et al. trouvent une amélioration significative de la circonférence de la taille ( $p<0,05$ ), du groupe MICT de 1% (de 116,3 à 115,1 cm) comparé au HIIT de 0,5% (de 102,6 à 102,2 cm) (74).

### 3.3.6. Volume d'oxygène maximum (VO<sub>2</sub>max)

Toutes les études sélectionnées évaluent le volume d'oxygène maximum (VO<sub>2</sub>max), sur une population totale de 279 participants.

Toutes mesurent une amélioration significative de la VO<sub>2</sub>max dans le groupe HIIT, allant pour la valeur absolue d'une amélioration minimale de 9,8% (de 2,06±0,15 à 2,25±0,17 L/min,  $p<0,0001$ ) (69), jusqu'à 18,8% d'élévation (de 2,39±0,55 à 2,84±0,66 L/min,  $p<0,01$ ) (73) ; et pour la valeur relative d'une augmentation de 7,2% (de 27,1±1,5 à 31,5±2,2 mL/kg/min,  $p<0,001$ ) (70,71), à une amélioration maximale de 25,2% (24,2±1,6 à 30,3±1,2 mL/kg/min,  $p<0,05$ ) (72).

Cinq essais retrouvent également une évolution significative dans le groupe MICT (68,69,72,74,75), avec une amélioration pour la valeur absolue de 7,6% (de 1,96±0,12 à 2,11±0,13 L/min,  $p<0,005$ ) (69) à 8,7% (de 2,3±0,6 à 2,5±0,7 L/min,  $p<0,05$ ) (75); et pour la valeur relative, de 3,6% (de 33,2±7,4 à 34,4±7,7 mL/kg/min,  $p<0,04$ ) (68) à 13,9% (de 23,8±1,0 à 27,1±1,2 mL/kg/min,  $p<0,05$ ) (72).

Finalement, six études démontrent une amélioration significativement supérieure du HIIT comparé au MICT ( $p<0,05$ ) (68,70–73,75).

### 3.3.7. Synthèse

Afin de faciliter la lecture des résultats, le tableau suivant a été réalisé en reprenant les tendances observées par chaque étude selon chaque critère de jugement.

Résultats		Hollekim-Strand et al., 2014	Hwang et al., 2019	Karstoft et al., 2013	Karstoft et al., 2014	Mitranun et al., 2014	Støa et al., 2017	Terada et al., 2013	Winding et al., 2018
		p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05	p<0,05
HbA1c	MICT	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	HIIT	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓
	MICT vs HIIT	✗	✗	✗	✗	✗	●✓	✗	✗
HOMA-IR	MICT	✗	✗	NA	✗	✓	✗	NA	✗
	HIIT	✗	✗	NA	✓	✓	✗	NA	✓
	MICT vs HIIT	✗	✗	NA	✗	✗	✗	NA	✗
Profil tensionnel	MICT	✗	✗	✗	NA	✗	✓	NA	✗
	HIIT	✗	✗	✗	NA	✓ (systolique)	✓ (diastolique)	NA	✗
	MICT vs HIIT	✗	✗	✗	NA	✗	✗	NA	✗
Profil lipidique	MICT	NA	✗	✗	✗	✓ (LDL)	✓ (HDL et triglycéridémie)	✗	✗
	HIIT	NA	✗	✓ (LDL)	✓ (LDL)	✓ (cholestérolémie, HDL, LDL)	✗	✗	✗
	MICT vs HIIT	NA	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Anthropométrie	MICT	✓ (circonférence de la taille)	✗	✗	✗	✓ (rapport de circonférence)	✓ (circonférence de la taille)	✗	✗
	HIIT	✓ (IMC et circonférence de la taille)	✗	✓ (IMC, rapport de circonférence)	✓ (IMC, rapport de circonférence)	✓ (IMC, rapport de circonférence)	✓ (IMC, circonférence de la taille)	✗	✓ (IMC)
	MICT vs HIIT	✗	✗	●✓ (IMC)	●✓ (IMC)	✗	●✓ (IMC)	○✓ (circonférence de la taille)	✗
VO2max	MICT	✓ (valeur relative)	✓	✗	✗	✓ (valeur relative)	✗	✓ (VO2 au seuil ventilatoire)	✓
	HIIT	✓	✓	✓	✓	✓ (valeur relative)	✓	✓ (VO2 au seuil ventilatoire)	✓
		●✓	..	●✓	●✓	●✓	●✓	..	●✓

✓: Changement significatif ; ✗ : Pas de changement significatif ; ● : Supériorité du HIIT ; ○ : Supériorité du MICT

HIIT= high-intensity interval training ; MICT = moderate-intensity continuous training ; HbA1c = hémoglobine glyquée ; HOMA-IR = homeostatic model assessment of insulin resistance ; IMC = indice de masse corporelle ; VO2max = volume maximal d'oxygène ; NA = non applicable

Figure 9: Tableau des résultats

### 3.4. Qualité méthodologique des articles

L'ensemble des études sélectionnées est évalué par la grille CONSORT (annexe III). Parmi les 8 études sélectionnées, 7 sont des essais contrôlés randomisés (68–72,74–76), la dernière est un essai clinique contrôlé non randomisé (73).

L'utilisation de la grille d'évaluation met en valeur des imprécisions pour la plupart des études sur les caractéristiques suivantes : peu de précisions sont données sur le plan de l'essai méthodologique (période et structures où se réalise l'intervention, choix de la taille de l'échantillon), sur la méthode employée pour randomiser la population ou encore sur l'analyse des données des personnes exclues de l'étude.

Les risques de biais les plus marqués sont observés au niveau de la méthodologie du protocole, de la randomisation, de l'aveuglement du personnel et des patients et de l'attrition.

Parmi les études sélectionnées dans cette revue de la littérature, le score minimal est de 27% (68) et le score maximal de 70% (69,74), pour une moyenne et médiane de 52%. La figure 10 reprend les scores obtenus par les différents articles sélectionnés. De plus, une description détaillée de l'attribution des notes est disponible en annexe VII.

Etude	Score total	Pourcentage
Hollekim-Strand et al., 2014	10/37	27%
Hwang et al., 2019	26/37	70%
Karstoft et al., 2013	22/37	60%
Karstoft et al., 2014	22/38	60%
Mitranun et al., 2014	13/37	35%
Støa et al., 2017	15/37	41%
Terada et al., 2013	26/37	70%
Winding et al., 2018	19/37	51%
Total		52%

*Figure 10: Qualité méthodologique des études sélectionnées selon la ligne directrice CONSORT*

En se référant à l'interprétation des scores de la partie méthodologie, la moitié des études ont un bon niveau méthodologique, deux études ont un fort risque de biais et donc une faible qualité méthodologique (68,72) et deux études ont un niveau méthodologique acceptable (73,75).

## 4. DISCUSSION

---

### 4.1. Place du HIIT chez le patient diabétique de type 2

L'intention de cette revue de littérature est d'évaluer l'efficacité du « high-intensity interval training » (HIIT) comparé au « moderate-intensity continuous training » (MICT) sur le contrôle glycémique, les facteurs de risques cardio-vasculaires et la capacité cardio-respiratoire chez les patients adultes diabétiques de type 2.

Il est supposé que le HIIT permet de diminuer le risque de complications dans cette population par l'amélioration du contrôle glycémique, de même que de diminuer la mortalité en diminuant les facteurs de risques cardio-vasculaires, ainsi qu'en améliorant les capacités cardio-respiratoires, et cela, plus efficacement que le MICT.

De plus, il est présumé que le HIIT est plus efficace que le MICT dans l'amélioration de ces paramètres pour un temps donné plus court, ce qui pourrait améliorer l'adhésion des personnes à l'activité physique, puisque, rappelons-le, une des principales barrières à l'activité physique est le manque de temps.

La constatation principale de cette revue est que le HIIT et le MICT entraînent une augmentation de la VO<sub>2</sub>max, mais le groupe HIIT l'augmente plus significativement ( $p < 0,05$ ), augmentant la valeur relative jusqu'à 25% pour le HIIT et jusqu'à 13,9% pour le MICT (72). Ces résultats suggèrent que le HIIT entraîne une plus grande amélioration des capacités cardio-respiratoires que le MICT chez les diabétiques de type 2.

Il est également observé une tendance démontrant la supériorité du HIIT comparé au MICT sur l'Indice de Masse Corporelle (IMC), ainsi que sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c).

#### 4.1.1. Effets sur le contrôle glycémique

Aucune différence significative entre les deux groupes interventionnels n'est trouvée concernant la mesure de l'insulino-résistance (HOMA-IR), et une seule étude, aux qualités méthodologiques discutables (41% sur la ligne directrice CONSORT),



observe une supériorité du HIIT sur le MICT concernant l'hémoglobine glyquée (HbA1c) (73). Les résultats de ces deux mesures laissent à penser que le HIIT est au moins équivalent au MICT sur le contrôle glycémique, et qu'une tendance quant à sa supériorité pourrait se dégager.

Plusieurs raisons peuvent expliquer l'absence de changement significatif pour ces paramètres. Du fait de la petite taille d'échantillonnage des études sélectionnées (moyenne de 35 participants par étude et médiane de 34,5), la puissance de l'étude en est diminuée. De plus, la prise de médicaments comme les antidiabétiques, rapportée dans la majorité des études, peut masquer les effets de l'activité physique sur les paramètres métaboliques (77).

D'autre part, un niveau initial d'HbA1c bas au commencement de l'étude pourrait expliquer cette absence de réduction. En effet, une personne avec un bon contrôle glycémique initial aura moins de possibilité de voir une amélioration majeure de son HbA1c (42). Les valeurs initiales de l'hémoglobine glyquée pour les études sélectionnées sont effectivement en majorité inférieures à 7% d'HbA1c pour les deux groupes interventionnels, à raison d'une moyenne totale de  $6,8 \pm 0,9$  % d'HbA1c pour les études incluses regroupant les valeurs initiales des groupes HIIT et MICT. Rappelons que l'objectif recommandé par la HAS et l'ADA est un taux d'hémoglobine glyquée inférieure à 7% pour réduire l'incidence des complications, bien qu'une HbA1c inférieure soient la cible pour les personnes sans comorbidités associées (1,15).

Par ailleurs, Jelleyman et al. dans leur méta-analyse, exposent une relation entre la sensibilité à l'insuline et le temps entre la fin de l'activité physique et le moment de la prise de sang. En effet, plus le temps après l'exercice augmente et plus la sensibilité à l'insuline diminue (53,78). Une hétérogénéité existe entre les études concernant l'intervalle de temps entre la fin de l'exercice et les dosages. Mitranum et al. effectuent leurs mesures entre 48 et 72h après la fin de la dernière séance (72) alors que Karstoft et al. l'effectuent entre 96h et 120h après la fin du protocole (71). Ce constat pourrait en partie expliquer le manque de résultat significatif pour la mesure de l'insulino-résistance. Par conséquent, la réalisation d'une activité physique régulière semble indispensable pour maintenir les bienfaits sur la sensibilité à l'insuline.

Toutes ces raisons suggèrent que l'absence de résultat significatif peut donc être dû à un faible niveau statistique.

De récentes méta-analyses rapportent également l'absence de différence entre le HIIT et le MICT sur la mesure de l'HbA1c (53) et l'insulino-résistance (55).

A contrario, Støa et al. trouvent une mesure de l'HbA1c plus basse après l'intervention HIIT comparé au MICT, représentant 7,6% d'amélioration de l'hémoglobine glyquée (réduction de 0,59% d'HbA1c,  $p < 0,01$ ). Les auteurs associent ce résultat au haut niveau initial d'HbA1c de leur étude, qui est effectivement plus élevé que celui des autres essais sélectionnés, pour une moyenne de  $7,3\% \pm 1,1$  d'HbA1c pour les 2 groupes interventionnels. Ces résultats semblent donc appuyer le fait que l'activité physique aurait un impact plus important sur les diabétiques au niveau glycémique initial élevé et donc un diabète moins équilibré. De plus, Jolleyman et al. soutiennent également que le HIIT a davantage de bénéfices que le MICT pour améliorer l'hémoglobine glyquée (53).

Nous soulignons l'importance d'évaluer l'hémoglobine glyquée puisque toute réduction de l'HbA1c permet de réduire le risque de complications micro et macrovasculaires du diabète de type 2. Effectivement, l'étude « United Kingdom Prospective Diabetes study » (UKPDS) conclu qu'une réduction de 1 point de l'HbA1c réduit de 10 à 30% le risque de complications microvasculaires et de 15% le risque de Syndrome Coronarien Aiguë (SCA) (21).

De plus, Karstoft et al. suggèrent que le HIIT permet de réduire les hyperglycémies sans majorer les hypoglycémies (70). Cette suggestion est d'importance puisque les pics hyperglycémiques seraient notamment associés à l'artériosclérose chez les patients diabétique de type 2 (79).

Dans leur méta-analyse, Jolleyman et al. suggèrent que le HIIT est plus efficace que le MICT pour diminuer l'insulino-résistance, ce qui est contradictoire avec les résultats de la présente étude. A noter que cette méta-analyse inclut des critères différents de ceux de la présente étude. En effet, Jolleyman et al. étudient également des personnes saines et en surpoids et incluent des études avec un programme d'exercice plus court (de 2 semaines).

L'amélioration de la sensibilité à l'insuline est, par ailleurs un facteur majeur, en effet, elle est étroitement liée aux complications cardiovasculaires chez les diabétiques de type 2 (53), (78). Néanmoins, les résultats contradictoires de la littérature ne

permettent pas encore d'expliquer quels mécanismes sont à l'origine des bénéfices supérieurs du HIIT (53).

Nous pouvons donc déduire que le HIIT semble avoir un intérêt statistique sur la réduction de l'hémoglobine glyquée en étant au moins équivalent au MICT. Le HIIT permettrait aussi de réduire les pics hyperglycémiques sans majorer les hypoglycémies.

De plus, le HIIT semble impacter favorablement l'insulino-résistance mais aucun résultat significatif quant à sa supériorité n'est retrouvé dans cette étude.

En conséquence, le HIIT permettrait de diminuer, de façon équivalente voire plus significative, le risque de complications associées au diabète de type 2. De plus, un impact plus important pourrait être observé sur les patients avec un haut niveau initial d'HbA1c, donc un diabète moins équilibré.

#### **4.1.2. Effets sur les facteurs de risques cardio-vasculaires**

La majorité des études sélectionnées trouvent une amélioration de la composition corporelle avec l'intervention HIIT (68,70–73,75), certaines la retrouvent également avec le MICT (68,72,73).

De plus, Karstoff et al. et Støa et al. observent une amélioration de l'IMC dans le groupe HIIT comparé au MICT, ce qui suggère que le HIIT pourrait être plus efficace pour améliorer la composition corporelle chez les diabétiques de type 2, notamment en diminuant la masse grasse (70,71,73). Ces articles ont néanmoins un certain risque de biais (qualité méthodologique respectivement de 70%, 70 % et 41% dans la grille CONSORT) (70,71,73).

Cette tendance identifiée revêt une importance primordiale puisqu'un IMC élevé est associé à un risque élevé de développer des complications micro et macro-vasculaires et donc d'augmenter le risque de morbi-mortalité (80). La réduction du poids fait donc partie des objectifs à atteindre chez les personnes diabétiques de type 2, et le HIIT semble être une méthode efficace.

Nous pouvons supposer que le HIIT a une meilleure influence sur la composition corporelle, pour une même énergie dépensée, via une consommation d'oxygène post-exercice s'étalant sur une période plus longue que le MICT, comme le suggère Moniz et al. (81).

Nos résultats sont soutenus par Liu et al, une méta-analyse qui retrouve également une amélioration de la composition corporelle supérieure avec le HIIT comparé au MICT dans cette population (82).

En revanche, une autre partie des études n'a trouvé aucun changement significatif en comparant les deux interventions (68,69,72,74,75); de précédentes méta-analyses confirment ce résultat (43,83)

Par ailleurs, nous pouvons imaginer qu'une association du HIIT avec une adaptation alimentaire permettrait d'améliorer la composition corporelle et de faire diminuer l'IMC plus significativement.

D'autre part, nos résultats ne montrent pas de supériorité du HIIT comparé au MICT sur la circonférence de la taille et le rapport taille-hanche, au contraire, Terada et al. observent même une supériorité du MICT sur la réduction de la circonférence de la taille (74). Ces deux paramètres sont des indicateurs d'obésité abdominale, associée aux risques cardiovasculaires (84). Des études utilisant des méthodes spécifiques pour évaluer ces critères sont nécessaires pour rendre compte de l'efficacité du HIIT sur ces paramètres importants.

En ce qui concerne le profil lipidique, les résultats de cette étude ne montrent pas de différence significative entre les deux interventions. L'absence de modification et de contrôle du régime alimentaire explique certainement ces résultats. D'autre part, la prise d'anticholestérolémiants peut également masquer les effets de l'activité physique (77).

Finalement, le bilan lipidique des participants aux études sélectionnées étant relativement normal, cela peut en partie expliquer qu'aucun changement important ne soit détecté, puisque même avec un impact positif de l'intervention, les valeurs ne s'amélioreront pas de façon conséquente. D'autres études, avec un contrôle plus strict de l'alimentation, permettraient de définir les réels effets du HIIT comparé au MICT sur le profil lipidique. Les méta-analyses précédentes semblent cependant s'accorder sur nos résultats (82,83).

D'autre part, Mitranum et al. décrivent une augmentation du HDL-cholestérol lors du HIIT (0,31 mmol/L,  $p < 0,05$ ) (72), contrairement à Støa et al qui observent une augmentation du HDL-cholestérol (0,09mmol/L,  $p < 0,05$ ) pendant le MICT (73). A noter qu'une augmentation de 0,026 mmol/L du HDL-cholestérol permet une réduction de 2 à

3% du risque cardio-vasculaire selon Maron et al. (85). Ces deux études obtiennent un score respectif de 35% et 41% dans la ligne directrice CONSORT.

De plus, aucun résultat significatif n'est conclu dans la présente revue sur les effets du HIIT comparé au MICT sur le profil tensionnel. La prise de médicaments comme les anti-hypertenseurs peuvent en partie expliquer l'absence de résultats (77). L'hypertension artérielle est fréquemment répertoriée chez les personnes atteintes de diabète de type 2 et est un facteur de risque important de pathologies micro et macro-vasculaires, comme le décrit l'ADA, et toute réduction de la pression artérielle permet de réduire le risque cardio-vasculaire (86).

Les mécanismes impliqués dans la réduction de la pression artérielle par l'activité physique sont liés à l'amélioration de la fonction endothéliale, comme le décrit Qiu et al. dans leur méta-analyse (87).

Par ailleurs, deux études trouvent une amélioration de la tension artérielle, Mitranum et al. mesurent une diminution de la pression systolique tandis que Støa et al, rapportent une diminution de la pression diastolique. D'après l'ADA, une réduction de la valeur diastolique est moins fréquemment rapportée (45). Il est possible que l'amélioration de la valeur diastolique dans l'étude de Støa et al. soit due au haut niveau de tension artérielle initial de leurs participants, comme le rapportent les auteurs, ce qui entraînerait une plus nette amélioration lors de l'activité physique (73). A noter que cette étude obtient un score de 41% dans la ligne directrice CONSORT.

Donc, malgré des résultats relativement hétérogènes sur ces paramètres anthropométriques, il semblerait que le HIIT puisse apporter des résultats plus significatifs que le MICT sur la diminution de l'IMC. De plus, l'association avec une modification alimentaire pourrait permettre de majorer l'amélioration des données anthropométriques pour les personnes atteintes de diabète de type 2.

#### **4.1.3. Effets sur les capacités cardio-respiratoires**

Dans cette revue de la littérature, il est exposé de façon homogène que l'activité physique permet d'augmenter significativement la VO<sub>2</sub>max, augmentant la valeur relative jusqu'à 25% (augmentation de 6,1 ml/kg/min) pour le HIIT et jusqu'à

13,9% (augmentation de 3,3 ml/kg/min) pour le MICT, améliorant alors les capacités cardio-respiratoires des patients.

De plus, nous avons montré que le HIIT est plus efficace pour augmenter ce paramètre que le gold standard MICT ( $p < 0,05$ ). Cette supériorité du HIIT a une importance clinique étant donné que la VO<sub>2</sub>max est prédictive de mortalité (37). En effet, Lee et al. démontrent qu'une amélioration de 3,5ml/kg/min de la VO<sub>2</sub>max (relative) est associée à une diminution de 15% de toute cause de mortalité et une diminution de 19% du risque cardio-vasculaire chez les personnes atteintes de diabète de type 2 (32).

D'autre part, Mitranum et al. ainsi que Støa et al. observent une amélioration bien plus grande de la VO<sub>2</sub>max par le HIIT comparé à ce qui est rapporté dans les autres études sélectionnées (73). Ces études obtiennent un score respectif de 35% et de 41% dans la ligne directrice CONSORT et sont donc d'un niveau méthodologique faible. D'autre part, une explication peut se trouver dans les basses valeurs initiales de la population pour la VO<sub>2</sub>max dans ces essais par rapport aux autres études. Nous pouvons alors estimer qu'une personne avec une faible capacité respiratoire initiale bénéficie d'un potentiel d'amélioration plus important de sa VO<sub>2</sub>max. En effet, Storen et al. ont constaté chez les sujets sains que l'amplitude de l'amélioration de la VO<sub>2</sub>max est relative au niveau d'entraînement cardio-respiratoire initial (88). Le HIIT pourrait donc avoir une efficacité bien supérieure chez les diabétiques de type 2 avec un faible niveau d'entraînement initial.

Par ailleurs, deux études ne retrouvent pas de supériorité du HIIT comparé au MICT (69,74). Hwang et al. supposent que le temps d'exposition aux deux interventions n'était pas suffisant, au vu de la population incluse, pour conclure à une différence significative entre les groupes et suggèrent que des études plus longues devraient être effectuées pour que la supériorité du HIIT devienne avérée (69). Effectivement, Hwang et al. sont les seuls, parmi les huit études sélectionnées, à réaliser leur protocole sur 8 semaines uniquement, ce qui peut laisser penser qu'un niveau d'entraînement plus long pourrait laisser apparaître une différence significative.

En effet, l'état actuel de la littérature semble s'accorder à nos résultats, démontrant la supériorité du HIIT sur les capacités cardio-respiratoires, comme en attestent de nombreuses méta-analyses (82,83,89). Les mécanismes expliquant la

supériorité du HIIT ne sont pas évalués par la présente étude. Toutefois, ils consistent en une combinaison d'adaptations centrales et périphériques comprenant des modifications de la fonction endothéliale, du transport du glucose ainsi que des changements de la structure du muscle squelettique, qui ensemble favorisent la disponibilité et l'utilisation de l'oxygène pendant l'activité physique (78,90).

D'autres méta-analyses observent également ces résultats sur des populations différentes, comme les patients cardiaques (91), avec des troubles cardio-métaboliques (obésité, intolérance au glucose, hypertension) (92) ainsi que sur les personnes en bonne santé (54).

#### **4.1.4. Relations inter-paramètres**

De nombreuses relations existent entre les différents paramètres évalués dans cette revue de littérature. Effectivement, Nojima et al. montrent qu'une capacité respiratoire faible est associée à un plus grand risque de mauvais contrôle glycémique et que l'amélioration du contrôle glycémique est reliée à celle de la VO<sub>2</sub>max chez le diabétique de type 2 (38,93,94). De plus, Støa et al. évaluent à 25% l'impact de l'amélioration de la VO<sub>2</sub>max sur l'amélioration du contrôle glycémique (73). Puisque nous avons observé une amélioration significativement supérieure du HIIT comparé au MICT sur la VO<sub>2</sub>max, nous pouvons déduire que cela influencera également de manière positive le contrôle glycémique dans cette population.

D'autre part, la perte de poids, même infime, est associée à une amélioration du contrôle glycémique, du profil lipidique, de la pression artérielle ; la perte d'1kg est associée à une diminution de 1mmHg de la pression artérielle chez les personnes diabétiques de type 2 (45,89). De plus, la sensibilité des tissus à l'insuline est également fortement liée au poids puisque chez les personnes en surpoids et obèses, le tissu adipeux libère de nombreuses molécules (hormones, cytokines pro-inflammatoires, glycérol..) impliquées dans le développement de la résistance à l'insuline (95). Même si la présente étude ne démontre pas une efficacité supérieure du HIIT comparé au MICT sur l'insulino-résistance, il semblerait que le HIIT améliore plus significativement l'IMC en réduisant la masse grasse. Nous pouvons donc en déduire

que via la diminution du tissu adipeux, l'insulino-résistance sera également diminuée par cette méthode d'entraînement chez les diabétiques de type 2.

Par conséquent, même si ces paramètres sont évalués de manière indépendante pour définir si le HIIT a réellement un impact sur chaque paramètre, les mécanismes qui découlent de l'action du HIIT sur ces différents systèmes sont interconnectés.

#### **4.1.5. Une réelle alternative ?**

L'adhésion au programme d'activité physique est également un point que certaines études évaluent. Terada et al. décrivent que le HIIT n'impacte pas négativement l'adhésion ou le maintien dans le programme comparé au MICT (74). Ces observations sont confirmées par une récente méta-analyse qui expose que le nombre d'abandon est relativement similaire entre le programme HIIT et MICT, alors que nous aurions pu penser que la pratique d'une activité à haute intensité puisse décourager certaines personnes (39,96). Terada et al. supposent également que le HIIT permet l'amélioration de facteurs psychosociaux comme la fatigue, l'état de détresse psychosociale et l'auto-efficacité. D'autre part, le fait d'accomplir une tâche difficile, comme l'est le HIIT, renforcerait un sentiment positif (74).

Il est également important de noter que la réalisation des interventions est effectuée sous supervision de professionnels, ce qui pourrait majorer l'adhésion des participants et fausser l'interprétation des résultats. Cependant, dans leur méta-analyse, Jabardo-Camprubi et al. ne retrouvent pas de différence en terme d'adhésion et d'abandon entre le groupe sous supervision et le groupe non supervisé (96). Par ailleurs, certains essais utilisent des dispositifs technologiques pour monitorer les différents paramètres vitaux des participants, ce qui pourrait également augmenter l'adhésion des patients.

D'autre part, une récente méta-analyse vient appuyer le constat que le HIIT est associé à une amélioration de paramètres psychosociaux comme la dépression et l'anxiété, pour un pourcentage d'adhésion de plus de 80% au programme (97).



L'amélioration des paramètres physiques et psychosociaux via le HIIT est intéressante compte tenu du moindre temps d'entraînement que nécessite le HIIT comparé au MICT. En effet, bien qu'il n'existe pas de définition universelle du HIIT, les études s'accordent à le définir comme un exercice fractionné d'intervalles à haute puis moyenne intensité, qui se réalise sur une durée plus courte que le MICT (59).

Néanmoins, certaines études sélectionnées dans ce papier décident de comparer les bénéfices du HIIT par rapport au MICT en réalisant des protocoles équivalents en terme d'énergie dépensée, ce qui rend certains programmes de HIIT presque identiques à ceux du MICT en terme de durée de séance. Effectivement, en comptant le temps d'échauffement et de récupération, une séance de HIIT s'étend de 30 minutes (72) à 75 minutes (75) en fonction des études. L'aspect moins chronophage du HIIT s'affaiblit alors avec ce type de protocole, rejoignant la durée d'un entraînement en endurance continue classique.

A contrario, Winding et al. réalisent une méthodologie permettant d'évaluer cette notion de gain de temps du HIIT en réalisant un entraînement à plus bas volume (environ de 45%) pour le HIIT comparé au MICT. Les résultats physiologiques observés sont similaires voire supérieurs pour le HIIT malgré un volume plus faible que le MICT (75). Cette notion reprend alors de l'intérêt pour pallier le manque de temps déclaré par les patients pour la pratique d'une activité physique régulière.

Finalement, la supériorité du HIIT sur le MICT n'est pas prouvée de manière avérée sur tous les paramètres. Cependant, compte tenu du fait que le HIIT est réalisé pour un volume d'entraînement plus bas que le MICT avec des résultats au moins similaires sur le plan physiologique et psychosocial, cela témoigne d'une importance clinique non négligeable. Cependant, d'autres études investiguant la notion de volume du HIIT, devront être réalisées pour éclaircir ce point d'ombre.

## **4.2. Limitations**

### **4.2.1. Limites des articles**

La limite la plus fréquemment mentionnée par les auteurs dans leurs publications est la taille de la population. Effectivement, le nombre moyen de sujets par

étude est de 35 participants (médiane 34,5), ce faible échantillonnage réduit la puissance de l'étude.

De plus, une autre limitation retrouvée dans trois des huit études sélectionnées est le fait qu'elles n'incluent pas de groupe contrôle en plus des groupes interventionnels (68,68,74).

Par ailleurs, un article place la durée de leur protocole, estimée trop courte pour l'observation de résultats, comme une limitation (69).

D'autre part, la plupart des études intégrées dans cette revue de littérature présentent des limitations méthodologiques, entraînant différents risques de biais.

Tout d'abord, pour la majorité des articles, les auteurs déclarent randomiser leur population, mais uniquement 2 articles décrivent la méthode utilisée pour générer la séquence d'allocation par tirage au sort, via l'utilisation d'un logiciel informatique avec une randomisation stratifiée (69,74). De plus, 2 articles décrivent le mécanisme utilisé pour mettre en œuvre l'allocation, ici, via des enveloppes scellées (71,75). Finalement, en se référant à la méthode CONSORT, une seule étude décrit précisément la méthodologie employée pour la randomisation de ses participants (74).

De plus, seules deux études ont calculé le nombre de sujets nécessaire par groupe pour avoir des résultats significatifs(70,71).

D'autre part, le groupe MICT d'une étude est un programme réalisé par le patient seul à son domicile, alors que le groupe HIIT est encadré par des professionnels, ce qui induit un biais de performance, mis en valeur par les auteurs comme une limite potentielle à leur protocole (68).

Par ailleurs, en raison de la nature des interventions, aucune des études sélectionnées n'est réalisée en insu complet des participants et des intervenants, ce qui crée un biais potentiel de performance ou de mesure, mais la standardisation de la mesure des critères d'évaluation, détaillée dans chaque étude, permet de limiter le biais de mesure.

Finalement, pour 7 essais, les données des patients exclus de l'étude sont retirées de l'étude, ce qui crée un biais d'attrition et diminue la fiabilité des résultats. Une seule étude analyse ces données en intention de traiter, permettant d'éviter ce biais (74).

#### 4.2.2. Limites de la présente étude

La méthodologie de sélection des articles pour cette revue s'est déroulée rigoureusement, cependant, elle a été réalisée par une seule personne. Or, selon la méthodologie de la revue systématique de la littérature, elle doit être effectuée par au moins 2 personnes pour s'assurer de l'exhaustivité dans la sélection des articles. De la même façon, l'évaluation de la qualité méthodologique des études ainsi que l'extraction des données doivent être réalisées initialement par 2 personnes de façon indépendante puis les 2 évaluateurs recourent leurs informations, ce qui n'est pas le cas pour ce papier et constitue un biais supplémentaire (56). Néanmoins, la connaissance de l'existence de ces biais cognitifs permet d'adopter une attitude plus neutre face aux informations récoltées.

Il semble alors plus adapté de qualifier ce papier de revue systématisée de la littérature, pour une approche plus nuancée de ma critique.

D'autre part, quatre bases de données ont été interrogées pour la sélection des articles, dont trois généralistes et une spécifique à la physiothérapie, cependant, il est possible que des articles ne soient pas indexés dans ces plate-formes.

De plus, la sélection des articles a été réalisée avec une restriction du langage (français ou anglais) ce qui pourrait avoir limité la recherche.

Par ailleurs, l'absence de terminologie et de définition universelle précise pour le HIIT peut avoir créé des erreurs dans le processus de sélection des articles.

De plus, le faible nombre d'études incluses ainsi que leur faible niveau méthodologique (moyenne de 52%) constitue également des limites à cette étude.

Une autre limitation à la présente étude est l'hétérogénéité des études sélectionnées. Effectivement, les caractéristiques comme l'âge, le délai depuis le diagnostic de diabète de type 2 ou encore la médication des participants diffèrent entre chaque essai. De plus, les protocoles utilisés pour l'intervention HIIT et MICT sont uniques à chaque article en terme de durée du protocole, durée des séances, intensité, fréquence et modalité d'exercice. Finalement, les mesures des critères d'évaluation sont réalisées différemment dans chaque étude. Cette hétérogénéité peut affecter les résultats de cette revue de littérature. Néanmoins, chaque article décrit avec précisions toutes les caractéristiques du protocole, ce qui permet d'avoir connaissance de cette hétérogénéité.

## 4.3. Implications cliniques

### 4.3.1. Applications cliniques

Dans cette revue de littérature, nous avons démontré que le « high-intensity interval training » est une stratégie efficace pour améliorer certains paramètres de morbi-mortalité chez le patient adulte diabétique de type 2. Effectivement, les bénéfices du HIIT sont au moins équivalents à l'activité physique recommandée actuellement par la HAS et l'ADA, voire même supérieurs pour certains paramètres, à ceux du « moderate-intensity continuous training ».

De plus, au vu des études sélectionnées dans cette revue, cette méthode d'exercice ne semble pas apporter de problèmes de santé, de blessures sportives, ou d'hypoglycémies lors de sa pratique, ces éléments soutiennent la sécurité de la prescription de HIIT chez les diabétiques de type 2.

Nous le savons, plus des deux tiers des patients diabétiques ne pratiquent pas de manière régulière d'activité physique, principalement par manque de temps. Le HIIT semble être une alternative efficace d'un point de vue physique et psychosocial pour augmenter l'adhésion du patient via un programme d'exercices plus court mais autant efficace. De plus, l'utilisation d'appareils de monitoring connectés pourrait également permettre d'assurer la sécurité ainsi que l'intérêt des patients pour le programme.

Par ailleurs, une autre tendance qui semble se dégager de la présente étude est que le HIIT pourrait avoir de grands résultats sur les personnes sédentaires et avec un diabète mal équilibré, entraînant une amélioration importante du contrôle glycémique, des capacités cardio-respiratoires et une diminution des facteurs de risques cardio-vasculaires. Le HIIT serait alors une bonne stratégie pour commencer un programme d'activité physique adaptée pour ces personnes. De plus, les paramètres du HIIT peuvent être adaptables et individualisés puisque de nombreuses modalités sont imaginables, comme le démontre la diversité des protocoles réalisés dans ces essais.

Cette revue de la littérature offre donc des informations sur l'intérêt clinique du HIIT en tant que protocole efficient à la disposition du Masseuse-Kinésithérapeute lors de la réalisation d'un programme préventif individualisé d'activité physique adaptée

chez le patient diabétique de type 2, et cela même pour une personne avec un faible niveau d'entraînement et un mauvais contrôle glycémique.

Pour une prise en soin complète, ce programme de HIIT peut être complété par d'autres types d'exercices physiques ainsi que d'autres interventions (médicamenteuses, diététiques) fondées sur les besoins et objectifs personnalisés définis avec le patient et son médecin.

#### **4.3.2. Pistes de recherches futures**

Avec pour objectif de fournir les meilleures preuves disponibles pour la pratique clinique, cette revue de littérature a démontré un besoin en nouvelles études incluant une plus grande rigueur méthodologique, un échantillonnage et une durée du protocole plus grands afin de renforcer les preuves actuelles.

Par ailleurs, il est important que de nouvelles études identifient un protocole efficace avec les caractéristiques précises du HIIT pour harmoniser les pratiques, ainsi que les preuves de sa sécurité sur la santé des participants.

## CONCLUSION

---

La morbi-mortalité liée au diabète de type 2 en fait une pandémie sanitaire, économique et sociétale mondiale et un important sujet de recherche. En effet, le traitement et la prévention du diabète sont devenus des points clefs pour les agences internationales de santé. L'activité physique est une pierre angulaire du contrôle du diabète de type 2 mais n'est que faiblement suivie par les patients. Le « high-intensity interval training » semble être une alternative moins chronophage que l'entraînement en endurance continue recommandé actuellement, et pourrait être un levier pour majorer l'observance au programme d'activité physique chez les diabétiques de type 2.

L'objectif de cette revue de littérature était d'obtenir des informations quant à l'efficacité du « high-intensity interval training » (HIIT) sur le contrôle glycémique, les indicateurs de risque cardio-vasculaire et la capacité respiratoire, comparé au traitement de référence actuel le « moderate-intensity continuous training » (MICT), chez les adultes diabétiques de type 2. Pour répondre à cette interrogation, une revue de la littérature scientifique a été réalisée et a mené à l'évaluation de huit études scientifiques.

Les résultats de cette revue démontrent que le HIIT est une stratégie plus efficace que le gold standard MICT pour l'amélioration de la capacité cardio-respiratoire, et est au moins équivalent voire plus efficace pour améliorer le contrôle glycémique et diminuer les facteurs de risques cardio-vasculaires. De plus, le HIIT semble être particulièrement efficace sur les personnes sédentaires avec un faible contrôle glycémique. Néanmoins, la faible qualité méthodologique des essais inclus ainsi que la réalisation de cette revue par une seule personne, constituent des limites à la présente étude.

Bien que davantage d'études soient nécessaires pour rendre compte de la globalité de ce thème, cette revue systématisée de la littérature apporte des informations cliniques importantes sur l'efficacité du HIIT comme méthode alternative moins chronophage à la disposition du Masseur-Kinésithérapeute dans un programme d'activité physique adaptée en prévention chez les personnes adultes diabétiques de type 2.

D'un point de vue personnel, cette revue de littérature m'apporte des réponses quant à mon questionnement initial concernant l'utilité du HIIT sur les paramètres physiologiques et psychosociaux chez les personnes atteintes de diabète de type 2. Je n'hésiterai pas à l'intégrer dans un programme d'activité physique si cette modalité semble adaptée pour mon patient.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. Haute Autorité de Santé. Prévention et dépistage du diabète de type 2 et des maladies liées au diabète. Consulté sur [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-02/7v\\_referentiel\\_2clics\\_diabete\\_060215.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-02/7v_referentiel_2clics_diabete_060215.pdf) [le 2 mai 2020].
2. Magnan C, Ktorza A. Production et sécrétion de l'insuline par la cellule  $\beta$  pancréatique. EMC - Endocrinologie. déc 2005;2(4):241-64.
3. Eurofins-biomnis. Insuline. Consulté sur <https://www.eurofins-biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/INSULINE.pdf> [le 2 mai 2020].
4. Guillausseau P-J, Laloï-Michelin M. Physiopathologie du diabète de type 2. La Revue de Médecine Interne. nov 2003;24(11):730-7.
5. OMS. Diabète. Consulté sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> [le 2 mai 2020].
6. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas, 6th edition ; the global burden. Consulté sur [https://www.federationdesdiabetiques.org/sites/default/files/field/documents/idf\\_atlas\\_8e\\_fr.pdf](https://www.federationdesdiabetiques.org/sites/default/files/field/documents/idf_atlas_8e_fr.pdf) [le 2 mai 2020].
7. OMS. Rapport mondial sur le diabète. Consulté sur <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254648/9789242565256-fre.pdf?sequence=1> [le 2 mai 2020].
8. Fédération des diabétiques. Le diabète dans le monde. Consulté sur <https://www.federationdesdiabetiques.org/information/definition-diabete/chiffres-monde> [le 2 mai 2020].
9. Khan MAB, Hashim MJ, King JK, Govender RD, Mustafa H, Al Kaabi J. Epidemiology of Type 2 Diabetes – Global Burden of Disease and Forecasted Trends. JEGH. 2019;10(1):107.
10. den Braver NR, Lakerveld J, Rutters F, Schoonmade LJ, Brug J, Beulens JWJ. Built environmental characteristics and diabetes: a systematic review and meta-analysis. BMC Med. déc 2018;16(1):12.



11. Stanaway JD, Afshin A, Gakidou E, Lim SS, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*. nov 2018;392(10159):1923-94.
12. OMS. Les maladies non transmissibles principales causes de décès dans le monde. Consulté sur [https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/ncds\\_20110427/fr/](https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/ncds_20110427/fr/) [le 2 mai 2020].
13. Ministère des Solidarités et de la Santé. Programme national nutrition santé (PNNS)-Professionnels. Consulté sur <https://solidarites-sante.gouv.fr/prevention-en-sante/preserver-sa-sante/le-programme-national-nutrition-sante/article/programme-national-nutrition-sante-pnns-professionnels> [le 2 mai 2020].
14. Fagot-Campagna A, Weill A, Paumier A, Poutignat N, Fournier C, Fosse S, et al. Que retenir du bilan d'ENTRED 2007-2010 ? *Médecine des Maladies Métaboliques*. mars 2010;4(2):212-8.
15. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Medical Care in Diabetes—2019*. *Dia Care*. janv 2019;42(Supplement 1):S13-28.
16. Lascar N, Brown J, Pattison H, Barnett AH, Bailey CJ, Bellary S. Type 2 diabetes in adolescents and young adults. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. janv 2018;6(1):69-80.
17. Centre Européen d'Etude du Diabète (CEED). Le diabète. Consulté sur <http://www.ceed-diabete.org/fr/> [le 2 mai 2020].
18. Association du diabète. Le diabète. Consulté sur <https://www.diabete.be/le-diabete-2/diabete-10> [le 2 mai 2020].
19. Fautrel B. Complications musculosquelettiques du diabète. *Revue du Rhumatisme Monographies*. sept 2011;78(4):239-45.

20. American Diabetes Association. 4. Comprehensive Medical Evaluation and Assessment of Comorbidities: *Standards of Medical Care in Diabetes—2019*. *Diabetes Care*. janv 2019;42(Supplement 1):S34-45.
21. Ccfp MC, Ccfp OB, Conway JR. Vaut-il vraiment la peine d'exercer un strict contrôle glycémique pour le diabète de type 2? :3.
22. Eurofins-biomnis. Hémoglobine glyquée. Consulté sur [https://www.eurofins-biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/HEMOGLOBINE\\_GLYQUEE.pdf](https://www.eurofins-biomnis.com/referentiel/liendoc/precis/HEMOGLOBINE_GLYQUEE.pdf) [le 2 mai 2020].
23. American Diabetes Association. Lifestyle Management: *Standards of Medical Care in Diabetes—2018*. *Diabetes Care*. janv 2018;41(Supplement 1):S38-50.
24. HAS. Education thérapeutique du patient. Consulté sur [https://www.has-sante.fr/jcms/r\\_1496895/fr/education-therapeutique-du-patient-etp](https://www.has-sante.fr/jcms/r_1496895/fr/education-therapeutique-du-patient-etp) [le 2 mai 2020].
25. Centre Européen d'Etude du Diabète (CEED). Education thérapeutique et diabète de type 2. Consulté sur <http://ceed-diabete.org/blog/education-therapeutique-et-diabete-t2/> [le 2 mai 2020].
26. OMS. Physical activity. Consulté sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> [le 2 mai 2020].
27. HAS. Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé chez les adultes. Consulté sur [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide\\_aps\\_vf.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/guide_aps_vf.pdf) [le 2 mai 2020].
28. Organisation mondiale de la santé. Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé. Genève: OMS; 2010.
29. Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. Cochrane Metabolic and Endocrine Disorders Group, éditeur. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 19 juill 2006 [cité 17 mars 2020]; Disponible sur: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD002968.pub2>

30. Duclos M, Oppert J-M, Vergès B, Coliche V, Gautier J-F, Guezennec C-Y, et al. Activité physique et diabète de type 2. *Médecine des Maladies Métaboliques*. févr 2012;6(1):80-96.
31. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. :779.
32. Lee D, Sui X, Artero EG, Lee I-M, Church TS, McAuley PA, et al. Long-Term Effects of Changes in Cardiorespiratory Fitness and Body Mass Index on All-Cause and Cardiovascular Disease Mortality in Men. :13.
33. HAS. Prescription d'activité physique et sportive Diabète de type 2. Consulté sur [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/ref\\_aps\\_dt2\\_vf.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/ref_aps_dt2_vf.pdf) [le 2 mai 2020].
34. Ministère de l'emploi et de la solidarité. Programme National Nutrition-Santé (PNNS) 2001 - 2005. Paris: ministère de l'Emploi et de la Solidarité; 2001. <http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/1n1.pdf>; Loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique. *Journal Officiel* 2004;11 août.
35. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Dia Care*. nov 2016;39(11):2065-79.
36. Zafrir B, Azaiza M, Gaspar T, Dobrecky-Mery I, Azencot M, Lewis BS, et al. Low cardiorespiratory fitness and coronary artery calcification: Complementary cardiovascular risk predictors in asymptomatic type 2 diabetics. *Atherosclerosis*. août 2015;241(2):634-40.
37. Church TS, Cheng YJ, Earnest CP, Barlow CE, Gibbons LW, Priest EL, et al. Exercise Capacity and Body Composition as Predictors of Mortality Among Men With Diabetes. *Diabetes Care*. 1 janv 2004;27(1):83-8.
38. Kemps H, Kränkel N, Dörr M, Moholdt T, Wilhelm M, Paneni F, et al. Exercise training for patients with type 2 diabetes and cardiovascular disease: What to pursue and how to do it. A Position Paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *European Journal of Preventive Cardiology*. 2019;26(7):709-27.

39. Haddad E, Wells GA, Sigal RJ, Boulton NG, Kenny GP. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in Type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*. 1 août 2003;46(8):1071-81.
40. Awotidebe TO, Adedoyin RA, Oke KI, Atiwie RN, Opiyo R, Ikujeysi EO, et al. Relationship between functional capacity and health-related quality of life of patients with type—2 diabetes. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. janv 2017;11(1):1-5.
41. Balducci S, Sacchetti M, Haxhi J, Orlando G, D'Errico V, Fallucca S, et al. Physical exercise as therapy for type 2 diabetes mellitus: Exercise as Therapy for Type 2 Diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*. mars 2014;30(S1):13-23.
42. Umpierre D. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA<sub>1c</sub> Levels in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 4 mai 2011;305(17):1790.
43. Grace A, Chan E, Giallauria F, Graham PL, Smart NA. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*. déc 2017;16(1):37.
44. Thomas N. Barriers to physical activity in patients with diabetes. *Postgraduate Medical Journal*. 1 mai 2004;80(943):287-91.
45. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and Type 2 Diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 1 déc 2010;33(12):e147-67.
46. Solidarités-santé.gouv. Activité physique et prise en charge des personnes atteintes de maladies chroniques .Consulté sur [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_activite\\_physique\\_maladies\\_chroniques.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_activite_physique_maladies_chroniques.pdf) [le 2 mai 2020].
47. FNEK. Referenciel en masso-kinésithérapie. Consulté sur <http://www.fnek.fr/wp-content/uploads/2019/12/BO.pdf> [le 2 mai 2020].

48. Korkiakangas EE, Alahuhta MA, Laitinen JH. Barriers to regular exercise among adults at high risk or diagnosed with type 2 diabetes: a systematic review. *Health Promotion International*. 1 déc 2009;24(4):416-27.
49. Verboven M, Van Ryckeghem L, Belkhouribchia J, Dendale P, Eijnde BO, Hansen D, et al. Effect of Exercise Intervention on Cardiac Function in Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Sports Med*. févr 2019;49(2):255-68.
50. Francois ME, Little JP. Effectiveness and Safety of High-Intensity Interval Training in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Spectr*. févr 2015;28(1):39-44.
51. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: *Sports Medicine*. juill 2012;42(7):587-605.
52. Laursen PB, Jenkins DG. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training: Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Medicine*. 2002;32(1):53-73.
53. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis: The effects of HIIT on metabolic health. *Obes Rev*. nov 2015;16(11):942-61.
54. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med*. oct 2015;45(10):1469-81.
55. Liubaoerjijin Y, Terada T, Fletcher K, Boulé NG. Effect of aerobic exercise intensity on glycemic control in type 2 diabetes: a meta-analysis of head-to-head randomized trials. *Acta Diabetol*. oct 2016;53(5):769-81.
56. Higgins JP, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* : Cochrane Book Series. :674.
57. INSERM. Le MeSH bilingue. Consulté sur <http://mesh.inserm.fr/FrenchMesh/search/index.jsp> [le 2 mai 2020].

58. CISMéF. HeTOP . Consulté sur <https://www.hetop.eu/hetop/> [le 2 mai 2020].
59. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*. sept 2010;13(5):496-502.
60. Stratton IM. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ*. 12 août 2000;321(7258):405-12.
61. Rabasa-Lhoret R, Laville M. MESURER L'INSULINOSENSIBILITÉ EN PRATIQUE CLINIQUE. 2020;27:8.
62. Chudyk A, Petrella RJ. Effects of Exercise on Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*. 1 mai 2011;34(5):1228-37.
63. HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Consulté sur [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf) [le 2 mai 2020].
64. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Australian Journal of Physiotherapy*. 2002;48(1):43-9.
65. Gedda M. Traduction française de dix lignes directrices pour l'écriture et la lecture des articles de recherche. *Kinésithérapie, la Revue*. janv 2015;15(157):25-7.
66. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gotzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 Explanation and Elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 23 mars 2010;340(mar23 1):c869-c869.
67. Gedda M. Traduction française des lignes directrices CONSORT pour l'écriture et la lecture des essais contrôlés randomisés. *Kinésithérapie, la Revue*. janv 2015;15(157):28-33.
68. Hollekim-Strand SM, Bjørgaas MR, Albrektsen G, Tjønnå AE, Wisløff U, Ingul CB. High-intensity interval exercise effectively improves cardiac function in patients with

type 2 diabetes mellitus and diastolic dysfunction: a randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol.* 21 oct 2014;64(16):1758-60.

69. Hwang C-L, Lim J, Yoo J-K, Kim H-K, Hwang M-H, Handberg EM, et al. Effect of all-extremity high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on aerobic fitness in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2019;116:46-53.
70. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, et al. The Effects of Free-Living Interval-Walking Training on Glycemic Control, Body Composition, and Physical Fitness in Type 2 Diabetic Patients: A randomized, controlled trial. *Diabetes Care.* 1 févr 2013;36(2):228-36.
71. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, James NG, Scheel MM, Olesen J, et al. Mechanisms behind the superior effects of interval vs continuous training on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia.* oct 2014;57(10):2081-93.
72. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports.* avr 2014;24(2):e69-76.
73. Støa EM, Meling S, Nyhus L-K, Glenn Strømstad, Mangerud KM, Helgerud J, et al. High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol.* mars 2017;117(3):455-67.
74. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boulé NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* févr 2013;99(2):120-9.
75. Winding KM, Munch GW, Iepsen UW, Van Hall G, Pedersen BK, Mortensen SP. The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism.* 2018;20(5):1131-9.
76. Karstoft K, Clark MA, Jakobsen I, Müller IA, Pedersen BK, Solomon TPJ, et al. The effects of 2 weeks of interval vs continuous walking training on glycaemic control

and whole-body oxidative stress in individuals with type 2 diabetes: a controlled, randomised, crossover trial. *Diabetologia*. 2017;60(3):508-17.

77. Malin SK, Braun B. Impact of Metformin on Exercise-Induced Metabolic Adaptations to Lower Type 2 Diabetes Risk: Exercise and Sport Sciences Reviews. *Janv 2016*;44(1):4-11.
78. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2015;45(5):679-92.
79. Temelkova-Kurktschiev TS, Koehler C, Henkel E, Leonhardt W, Fuecker K, Hanefeld M. Postchallenge plasma glucose and glycemic spikes are more strongly associated with atherosclerosis than fasting glucose or HbA1c level. *Diabetes Care*. 1 déc 2000;23(12):1830-4.
80. Gray N, Picone G, Sloan F, Yashkin A. Relation between BMI and Diabetes Mellitus and Its Complications among US Older Adults. *Southern Medical Journal*. *janv 2015*;108(1):29-36.
81. Moniz SC, Islam H, Hazell TJ. Mechanistic and methodological perspectives on the impact of intense interval training on post-exercise metabolism. *Scand J Med Sci Sports*. *avr 2020*;30(4):638-51.
82. Liu J-X, Zhu L, Li P-J, Li N, Xu Y-B. Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2019;31(5):575-93.
83. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, Silva AMVD. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2018;137:149-59.
84. Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk—a review of the literature. *Eur J Clin Nutr*. *janv 2010*;64(1):16-22.



85. Maron DJ. The epidemiology of low levels of high-density lipoprotein cholesterol in patients with and without coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology*. déc 2000;86(12):11-4.
86. de Boer IH, Bangalore S, Benetos A, Davis AM, Michos ED, Muntner P, et al. Diabetes and Hypertension: A Position Statement by the American Diabetes Association. *Dia Care*. sept 2017;40(9):1273-84.
87. Qiu S, Cai X, Yin H, Sun Z, Zügel M, Steinacker JM, et al. Exercise training and endothelial function in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*. déc 2018;17(1):64.
88. Støren Ø, Helgerud J, Sæbø M, Støa EM, Bratland-Sanda S, Unhjem RJ, et al. The Effect of Age on the V'O<sub>2</sub>max Response to High-Intensity Interval Training: *Medicine & Science in Sports & Exercise*. janv 2017;49(1):78-85.
89. Qiu S, Cai X, Sun Z, Zügel M, Steinacker JM, Schumann U. Aerobic interval training and cardiometabolic health in patients with type 2 diabetes: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*. 2017;8(NOV).
90. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO<sub>2max</sub> and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis: Effects of sprint interval training on VO<sub>2max</sub>. *Scand J Med Sci Sports*. déc 2013;23(6):e341-52.
91. Xie B, Yan X, Cai X, Li J. Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic Capacity in Cardiac Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis. *BioMed Research International*. 2017;2017:1-16.
92. Hwang C-L, Wu Y-T, Chou C-H. Effect of Aerobic Interval Training on Exercise Capacity and Metabolic Risk Factors in People With Cardiometabolic Disorders: A META-ANALYSIS. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2011;31(6):378-85.
93. the Hiroshima University Health Promotion Study group, Nojima H, Yoneda M, Watanabe H, Yamane K, Kitahara Y, et al. Association between aerobic capacity and the improvement in glycemic control after the exercise training in type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr*. déc 2017;9(1):63.

94. Solomon TPJ, Malin SK, Karstoft K, Knudsen SH, Haus JM, Laye MJ, et al. Association Between Cardiorespiratory Fitness and the Determinants of Glycemic Control Across the Entire Glucose Tolerance Continuum. *Dia Care*. mai 2015;38(5):921-9.
95. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature*. déc 2006;444(7121):840-6.
96. Jabardo-Camprubí G, Donat-Roca R, Sitjà-Rabert M, Milà-Villaruel R, Bort-Roig J. Drop-out ratio between moderate to high-intensity physical exercise treatment by patients with, or at risk of, type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Physiology and Behavior*. 2020;215.
97. Martland R, Mondelli V, Gaughran F, Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci*. févr 2020;38(4):430-69.

## ANNEXES

---

Annexe I. Référentiel de compétences .....	77
Annexe II. Description des critères d'évaluation.....	78
Annexe III. Ligne directrice CONSORT.....	79
Annexe IV. Fiches de lecture des études sélectionnées.....	80
Annexe V. Caractéristiques des participants étudiés.....	88
Annexe VI. Caractéristiques des interventions étudiées.....	89
Annexe VII. Détails des scores à la ligne directrice CONSORT.....	90

## Annexe I. Référentiel de compétences (47)

### Compétence 3

#### **Concevoir et conduire une démarche de promotion de la santé, d'éducation thérapeutique, de prévention et de dépistage**

1. Intégrer les politiques de santé et les priorités de santé publique dans sa pratique professionnelle, et proposer des démarches de promotion de la santé, d'éducation thérapeutique, d'éducation à la santé, de prévention et de dépistage.
2. Placer le patient en qualité de coauteur, de codécideur des objectifs, des moyens de soins et de gestion de sa santé.
3. Acquérir et développer une posture éducative, notamment pour élaborer des objectifs partagés avec le patient et/ou son entourage.
4. Conduire une démarche d'éducation thérapeutique ou d'éducation à la santé, de prévention et de dépistage à partir d'un diagnostic éducatif, en identifiant les besoins d'apprentissage du patient, des personnes et des groupes et les actions à entreprendre.
5. Concevoir, choisir et utiliser des outils pédagogiques adaptés et gérer l'information et les documents nécessaires au suivi de la maladie, particulièrement dans le cadre des maladies chroniques.
6. Intégrer et coordonner ses actions éducatives dans le cadre de programmes pluridisciplinaires avec les partenaires de santé.
7. Évaluer les effets de la démarche d'éducation thérapeutique, d'éducation, de prévention ou de dépistage et définir et mettre en œuvre les réajustements nécessaires.
8. Concevoir des protocoles kinésithérapiques dans le cadre de la prise en charge pluriprofessionnelle et coordonnée des pathologies chroniques, des polyopathologies ou pathologies complexes.
9. Dépister et prévenir des problèmes de santé dans le champ de la masso-kinésithérapie, repérer et analyser les situations susceptibles d'entraîner des dysfonctions et des déficiences chez la personne ou des groupes de personnes.
10. Élaborer et organiser des actions de prévention, dépistage, conseils et formation de populations ciblées, notamment en lien avec les priorités de santé publique.
11. Conduire des actions d'entraînement des patients et /ou de leur familles en vue de leur permettre de s'approprier les techniques d'intervention proposées par le masseur-kinésithérapeute.
12. Accompagner par des techniques de communications appropriées, le patient et/ou son entourage vers des changements de comportement, de modes de vie et d'habitude en prenant mieux en compte sa santé.
13. Conseiller, informer ou former à la prévention en masso-kinésithérapie les professionnels et les autres partenaires en fonction de leurs responsabilités.

## Annexe II. Description des critères d'évaluation

Mesures	Description et mesure	Unité de mesure	Normes
Hémoglobine glyquée (HbA1c)	Reflet des glycémies moyennes des 120 jours (2 à 3 mois) précédents (durée de vie des globules rouges) Mesurée par méthode chromatographique	% et mmol/mol	Bon équilibre glycémique = <7% (<53 mmol/mol) pour un diabétique de type 2 L'objectif doit être individualisé
HOMA-IR	"Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance" Mesure de la sensibilité à l'insuline Calcul : Insuline (mIU/l) x Glucose (mmol/l) / 22,5	/	Valeur normale : 0 à 1 Valeur moyenne pour les diabétiques de type 2 = > 5,0
Tension Artérielle	Pression du sang dans les artères de la circulation systémique Mesurée par un tensiomètre	mmHg	Pression systolique < 140 mmHg Pression diastolique < 90 mmHg Diffère selon l'âge, le sexe et d'autres paramètres
Triglycéridémie	Mesuré par technique enzymatique	mg/dL ou mmol/L	Les valeurs varient selon l'âge et le sexe
Cholestérol total	Mesuré par technique enzymatique	mg/dL ou mmol/L	Les valeurs varient selon l'âge et le sexe
Fraction HDL et LDL-cholestérol	HDL-cholestérol : mesuré par technique enzymatique LDL-cholestérol : calculé par la formule de Friedewald [cholestérol total - HDL-c] - triglycérides / 5	mg/dL ou mmol/L	Les valeurs cibles du LDL-cholestérol varient en fonction du niveau de risque cardio-vasculaire (échelle SCORE)
Indice de Masse Corporelle (IMC)	Calcul : poids/(taille) <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	Normalité = 18,5 - 24,9 Surpoids = 25 - 29,9 Obésité = classe 1 : 30-34,9 ; classe 2 : 35 -39,9 ; classe 3 : ≥ 40
Circonférence de la taille ou rapport taille/hanche	Rapport = mesure taille/mesure hanche	cm	Valeur seuil selon le sexe
Volume d'oxygène maximal (VO2max)	Quantité maximale d'oxygène que le corps consomme lors d'un effort intense par unité de temps Mesuré par spirométrie	mL/kg/min ou L/min	Les valeurs varient selon l'âge, le sexe

## Annexe III. Ligne directrice CONSORT (67)

Section/sujet	Item N°	DESCRIPTION	Page N°
<b>TITRE &amp; RÉSUMÉ</b>			
	1a	Identification en tant qu' "essai randomisé" dans le titre	
	1b	Résumé structuré du plan d'essai, méthodes, résultats et conclusions (pour une aide spécifique voir CONSORT pour <i>Abstract</i> )	
<b>INTRODUCTION</b>			
Contexte et objectifs	2a	Contexte scientifique et explication du bien-fondé	
	2b	Objectifs spécifiques et hypothèses	
<b>MÉTHODES</b>			
Plan de l'essai	3a	Description du plan de l'essai (tel que : groupes parallèles, plan factoriel) en incluant les ratios d'allocation	
	3b	Changements importants de méthode après le début de l'essai (tel que les critères d'éligibilité), en expliquer la raison	
Participants	4a	Critères d'éligibilité des participants	
	4b	Structures et lieux de recueil des données	
Interventions	5	Interventions pour chaque groupe avec suffisamment de détails pour pouvoir reproduire l'étude, en incluant comment et quand elles ont été véritablement conduites	
Critères de jugement	6a	Critères "a priori" de jugement principal et secondaires entièrement définis, en incluant comment et quand ils ont été évalués	
	6b	Changement quelconque de critères de jugement après le début de l'essai, en expliquer la raison	
Taille de l'échantillon	7a	Comment la taille de l'échantillon a-t-elle été déterminée ?	
	7b	Quand cela est applicable, explication des analyses intermédiaires et des règles d'arrêt	
<b>RANDOMISATION</b>			
Production de la séquence	8a	Méthode utilisée pour générer la séquence d'allocation par tirage au sort	
	8b	Type de randomisation, en incluant les détails relatifs à une méthode de restriction (comme par ex. : par blocs, avec la taille des blocs)	
Mécanisme d'assignation secrète	9	Mécanisme utilisé pour mettre en œuvre la séquence d'allocation randomisée (comme par exemple : l'utilisation d'enveloppes numérotées séquentiellement), en décrivant chaque mesure prise pour masquer l'allocation jusqu'à l'assignation des interventions.	
Mise en œuvre	10	Qui a généré la séquence d'allocation, qui a enrôlé les participants et qui a assigné les participants à leurs groupes	
Aveugle	11a	Au cas où, décrire qui a été en aveugle après l'assignation des interventions (par exemple, les participants, les administrateurs de traitement, ceux qui évaluent les résultats) et comment ont-ils été empêchés de savoir	
	11b	Si approprié, description de la similitude des interventions	
Méthodes statistiques	12a	Méthodes statistiques utilisées pour comparer les groupes au regard des critères de jugement principal et secondaires	
	12b	Méthodes utilisées pour des analyses supplémentaires, telles que des analyses de sous-groupes ou des analyses ajustées	
<b>RÉSULTATS</b>			
Flux des participants (un diagramme est fortement conseillé)	13a	Pour chaque groupe, le nombre de participants qui ont été assignés par tirage au sort, qui ont reçu le traitement qui leur était destiné, et qui ont été analysés pour le critère de jugement principal	
	13b	Pour chaque groupe, abandons et exclusions après la randomisation, en donner les raisons	
Recrutement	14a	Dates définissant les périodes de recrutement et de suivi	
	14b	Pourquoi l'essai a-t-il pris fin ou a été interrompu	
Données initiales	15	Une table décrivant les caractéristiques initiales démographiques et cliniques de chaque groupe	
Effectifs analysés	16	Nombre de participants (dénominateur) inclus dans chaque analyse en précisant si l'analyse a été faite avec les groupes d'origine	
Critères de jugement et estimations	17a	Pour chaque critère de jugement principal et secondaire, donner les résultats pour chaque groupe, et la taille estimée de l'effet ainsi que sa précision (comme par ex. : intervalle de confiance à 95 %)	
	17b	Pour les variables binaires, une présentation de la taille de l'effet en valeurs absolues et relatives est recommandée	
Analyses accessoires	18	Résultats de toute analyse supplémentaire réalisée, en incluant les analyses en sous-groupes et les analyses ajustées, et en distinguant les analyses spécifiées a priori des analyses exploratoires	
Risques	19	Tous les risques importants ou effets secondaires inattendus dans chaque groupe (pour un conseil détaillé voir ' <i>CONSORT for harms</i> ')	
<b>DISCUSSION</b>			
Limitations	20	Limitations de l'essai, en tenant compte des sources de biais potentiels ou d'imprécision, et au cas où, en tenant compte de la multiplicité des analyses	
"Généralisabilité"	21	"Généralisabilité" (validité externe, applicabilité) des résultats de l'essai	
Interprétation	22	Interprétations/conclusions cohérentes avec les résultats, en tenant compte du ratio bénéfices/risques et de possibles autres faits pertinents	
<b>INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES</b>			
Enregistrement	23	Numéro d'enregistrement de l'essai en précisant le registre utilisé	
Protocole	24	Où le protocole complet de l'essai peut-il être consulté, si possible	
Financement	25	Sources de financement et autres ressources (par ex. : fourniture de médicaments), rôle des donateurs	

## Annexe IV. Fiches de lecture des études sélectionnées

Hollekim-Strand et al., 2014	
Type	Essai contrôlé randomisé
Objectif	Comparer les effets du HIIT et MICT sur la dysfonction diastolique et d'autres facteurs de risques cardiovasculaires (CV) chez les patients diabétiques de type 2 (DT2) avec une dysfonction diastolique (DD)
Participants	<p><u>Nombre</u> : 37 participants. 17 dans le groupe MICT (6 femmes) et 20 (8 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : 55,9 ans (<math>\pm</math> 6 ans). 54.7 ans (<math>\pm</math> 5.3 ans) dans le groupe MICT et 58.6 (<math>\pm</math> 5 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 3,6 ans (<math>\pm</math> 2,5 ans). 3,0 ans (<math>\pm</math> 2,6 ans) dans le groupe MICT et 4,2 ans (<math>\pm</math> 2,3 ans) dans le HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : DD (<math>e' &lt; 8\text{cm/s}</math>), DT2 <math>&lt; 10</math> ans, pas de maladie CV connue</p>
Intervention	<p><u>Groupe MICT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• à la maison</li> <li>• intensité modérée</li> <li>• <math>\geq 10</math> min/session</li> <li>• 210 min/sem</li> </ul> <p><u>Groupe HIIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• marche ou course (tapis roulant)</li> <li>• supervisé</li> <li>• 4 x 4 min interval 90% - 95% FCmax et 3 min <math>\sim 70\%</math> FCmax</li> <li>• 40 min/session</li> <li>• 3j/sem</li> </ul>
Critères de jugement	Classification de la dysfonction diastolique, fonction diastolique et systolique, VO <sub>2</sub> pic, FMD, Fréquence cardiaque, Tension artérielle, HbA1c, HOMA-IR, valeurs anthropométrique (IMC, circonférence de la taille, % de masse grasse)
Résultats principaux	Le HIIT peut modifier l'histoire naturelle de la dysfonction cardiaque chez le diabétique. Pour les patients avec DT2 et DD, le HIIT est plus efficace que le MICT dans l'amélioration de la fonction diastolique et systolique ainsi que pour la VO <sub>2</sub> pic (et maintenu à 1 an dans le groupe HIIT). Après 12 semaines, le HIIT améliore l'HbA1c, et diminue le tour de taille et l'IMC
Limites	Échantillon faible, beaucoup d'abandon (bien que similaire à d'autres études dans ce domaine), absence d'un groupe témoin sans exercice, exercice supervisé uniquement dans le groupe expérimental (donc risque d'une meilleure observance)
Qualité méthodologique	PEDro 5/10

Hwang et al., 2019	
Type	Essai contrôlé randomisé
Objectif	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tester si le "all-extremity HIIT and MICT" sont faisables, bien tolérés et sécuritaires chez les personnes sédentaires d'âge moyen et avancé avec un diabète de type 2 (DT2)</li> <li>2) Tester si le "all-extremity HIIT" est plus efficace sur la capacité respiratoire que le "all-extremity MICT"</li> </ol>
Participants	<p><u>Nombre</u> : 50 participants (23 femmes). 16 (8 femmes) dans le groupe contrôle et 16 (6 femmes) dans le groupe MICT et 18 (9 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : 63 ans (<math>\pm 1</math> an). 61 ans (<math>\pm 2</math> ans) dans le groupe contrôle et 62 (<math>\pm 2</math> ans) dans le groupe MICT et 65 ans (<math>\pm 2</math> ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 8,0 (<math>\pm 0,8</math> an). 8,2 ans (<math>\pm 1,5</math> ans) dans le groupe contrôle et 8,3 (<math>\pm 1,5</math> ans) dans le groupe MICT et 7,8 ans (<math>\pm 1,3</math> ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : DT2, entre 30 et 79 ans, être sédentaire (&lt;30 min d'exercice aérobique &lt;3 fois/semaine sur l'année précédente)</p>
Méthode	<p><u>Pays</u> : États-unis</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 8 semaines (période de familiarisation avant)</p> <p>Pré-test et post-test à 8 semaines. Glycémie prise avant et après chaque intervention</p>
Intervention	<p><u>Groupe contrôle</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiquer la même activité physique que d'habitude</li> </ul> <p>Pour les 2 groupes d'intervention : sur ergocycle (supervisé). 10 min d'échauffement, 5 min de retour au calme (70% FCmax) :</p> <p><u>Groupe MICT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 70% FCmax pendant 32 min</li> <li>• total de 47 min/session</li> <li>• 4 sessions/semaines (pas plus de 2 jours consécutifs sans exercice)</li> </ul> <p><u>Groupe HIIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4x4min interval à 90% FCmax + 3x3min récupération active à 70% FCmax = 25 min/session</li> <li>• total de 40 min/session</li> <li>• 4 sessions/semaines (pas plus de 2 jours consécutifs sans exercice)</li> </ul>
Critères de jugement	VO2max, composition du corps (poids, tour de taille et hanche, % gras), HbA1c, glycémie à jeun, insulinémie, profil lipidique, habitude alimentaire et pratique physique
Résultats principaux	VO2pic augmentée dans les 2 groupes ainsi que la tolérance maximale à l'exercice. Le reste est inchangé. Donc ce type d'entraînement est sécuritaire et efficace, et est une alternative au MICT
Limites	La sécurité lors de l'intervention à plus long terme n'est pas évaluée. Le risque est minimisé par une surveillance de la glycémie avant et après l'effort
Qualité méthodologique	PEDro 6/10



### Karstoft et al., 2013

Type	Essai contrôlé randomisé
Objectif	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tester la faisabilité de l'entraînement en marche libre chez les patients avec un diabète de type 2</li> <li>2) Comparer l'efficacité du HIIT avec le MICT sur la composition corporelle et le contrôle glycémique</li> </ol>
Participants	<p><u>Nombre</u> : 32 participants (12 femmes). 8 (3 femmes) dans le groupe contrôle et 12 (4 femmes) dans le groupe MICT et 12 (5 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : 59,2 ans. 57,1 ans (<math>\pm</math> 3 ans) dans le groupe contrôle et 60,8 (<math>\pm</math>2,2 ans) dans le groupe MICT et 57,5 ans (<math>\pm</math> 2,4 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 4,5 ans (<math>\pm</math> 1,5 ans) dans le groupe contrôle et 6,2 (<math>\pm</math> 1,5 ans) dans le groupe MICT et 3,5 ans (<math>\pm</math> 0,7 an) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : DT2, pas de traitement par insuline exogène, pas d'activité physique &gt;150min/sem, sans contre-indication médicale à la pratique physique, poids stable</p>
Méthode	<p><u>Pays</u> : Danemark</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 4 mois</p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention</p>
Intervention	<p>5 fois/sem</p> <p><u>Groupe contrôle</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiquer la même activité physique que d'habitude</li> </ul> <p><u>Groupe MICT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche</li> <li>• 55% VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 60 min/session</li> </ul> <p><u>Groupe HIIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche</li> <li>• cycles de 3min à <math>\leq</math>70% VO<sub>2</sub>pic + 3min à <math>\geq</math>70% VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 60 min/session</li> </ul>
Critères de jugement	VO <sub>2</sub> max, composition du corps (poids, % masse grasse), tension artérielle, contrôle glycémique, insulïnémie, index de sensibilité à l'insuline
Résultats principaux	Bonne adhérence. VO <sub>2</sub> max, composition du corps, contrôle glycémique amélioré uniquement par le HIIT
Limites	Les mesures post-intervention sont mesurées de 48h à 8 jours après la dernière session d'entraînement. Le design de l'étude ne permet pas d'évaluer les effets de l'entraînement sur le contrôle glycémique indépendamment des effets post-exercice immédiats.
Qualité méthodologique	PEDro 6/10

Karstoft et al., 2014	
Type	Essai contrôlé randomisé (parallèle et en partie cross-over)
Objectif	Élucider les mécanismes derrière les effets avantageux du HIIT comparé au MICT sur le contrôle glycémique chez les DT2
Participants	<p><b>Nombre : 32 participants</b> (12 femmes). 8 (3 femmes) dans le groupe contrôle et 12 (4 femmes) dans le groupe MICT et 12 (5 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Âge moyen : 59,2 ans.</b> 57,1 ans (<math>\pm</math> 3 ans) dans le groupe contrôle et 60,8 (<math>\pm</math> 2,2 ans) dans le groupe MICT et 57,5 ans (<math>\pm</math> 2,4 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Délai depuis le diagnostic :</b> 4,5 ans (<math>\pm</math> 1,5 ans) dans le groupe contrôle et 6,2 (<math>\pm</math> 1,5 ans) dans le groupe MICT et 3,5 ans (<math>\pm</math> 0,7 an) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Critères d'inclusion :</b> DT2, pas de traitement par insuline exogène</p>
Méthode	<p><b>Pays :</b> Danemark</p> <p><b>Durée du protocole :</b> 4 mois</p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention</p>
Intervention	<p>5 fois/sem</p> <p><b>Groupe contrôle :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiquer la même activité physique que d'habitude</li> </ul> <p><b>Groupe MICT :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche</li> <li>• 55% VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 60 min/session</li> </ul> <p><b>Groupe HIIT :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marche</li> <li>• 3min à ~40% VO<sub>2</sub>pic + 3min à <math>\geq</math>70% VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 60 min/session</li> </ul>
Critères de jugement	VO <sub>2</sub> max, composition du corps (poids, % masse grasse), glycémie, insulinémie, index de sensibilité à l'insuline, HbA1c
Résultats principaux	VO <sub>2</sub> max, composition corporelle, index de sensibilité à l'insuline améliorés uniquement dans le HIIT
Limites	/
Qualité méthodologique	/

Mitranun et al., 2014	
Type	Essai contrôlé randomisé
Objectif	Investiguer les effets du HIIT sur le contrôle glycémique, la capacité cardio-respiratoire et la réactivité micro et macrovasculaire chez des patients âgés atteints de DT2
Participants	<p><u>Nombre</u> : <b>43 participants</b> (29 femmes). 15 (10 femmes) dans le groupe contrôle et 14 (9 femmes) dans le groupe MICT et 14 (9 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : <b>61,5 ans</b>. 60,9 ans (<math>\pm</math> 2,4 ans) dans le groupe contrôle et 61,7 ans (<math>\pm</math> 2,7 ans) dans le groupe MICT et 61,2 ans (<math>\pm</math> 0,4 an) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 21,1 ans (<math>\pm</math> 0,6 an) dans le groupe contrôle et 20,5 (<math>\pm</math> 0,4 an) dans le groupe MICT et 19,5 ans (<math>\pm</math> 0,4 an) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : DT2, 50 à 70 ans, HbA1c en moyenne entre 53 et 75 mmol/mol, pas d'entraînement physique dans les 6 derniers mois, pas de comorbidités associées</p>
Méthode	<p><u>Pays</u> : Population sud-asiatique (thailandais)</p> <p><u>Durée du protocole</u> : <b>12 semaines</b></p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention (dans les 48 à 72h après la dernière session pour éviter les effets aigus post-exercice)</p>
Intervention	<p><u>Groupe contrôle</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rester sédentaire</li> </ul> <p>3 fois/sem de marche sur un tapis roulant (supervisé):</p> <p><u>Groupe MICT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Phase 1 : 50%VO<sub>2</sub>pic pendant 20min (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>Phase 2 : 60%VO<sub>2</sub>pic pendant 20min (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>Phase 3 : 65%VO<sub>2</sub>pic pendant 30min (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>total de 30 min/session pour phase 1 et 2 total de 40min/session pour phase 3</li> </ul> <p><u>Groupe HIIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Phase 1 : 50%VO<sub>2</sub>pic pendant 20min (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>Phase 2 : 50%VO<sub>2</sub>pic pendant 5 min puis 4x1min à 80%VO<sub>2</sub>pic et 4x4min à 50%VO<sub>2</sub>pic (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>Phase 3 : 60%VO<sub>2</sub>pic pendant 5min, puis 6x1min 85%VO<sub>2</sub>pic avec 4min à 60%VO<sub>2</sub>pic (+ 5 échauffement et 5 de récupération)</li> <li>total de 30 min/session pour phase 1 et 2 total de 40min/session pour phase 3</li> </ul>
Critères de jugement	VO <sub>2</sub> max, composition du corps (poids, % masse grasse), TA, contrôle glycémique, insuline résistance, profil lipidique
Résultats principaux	HbA1c diminuée uniquement dans le HIIT (p<0,05). VO <sub>2</sub> max améliorée dans les 2 mais HIIT>MICT, IMC et profil lipidique améliorés dans le HIIT et MICT
Limites	Sujets âgés, sédentaires et sous anti-hyperglycémiques, résultats pas forcément généralisables à toute la population. Nombre faible de participants
Qualité méthodologique	PEDro 5/10

Støa et al., 2017	
Type	Essai clinique non randomisé
Objectif	Investiguer si le HIIT est un entraînement plus efficace que le MICT pour réduire les facteurs de risques des personnes avec du DT2
Participants	<p><u>Nombre</u> : <b>38 participants</b> (23 femmes). 19 dans le groupe MICT et 19 dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : <b>59 ans</b> . 59 ans (<math>\pm</math> 10 ans) dans le groupe MICT et 59 ans (<math>\pm</math> 11 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 6 (<math>\pm</math> 5 ans) dans le groupe MICT et 9 ans (<math>\pm</math> 7 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : DT2, entre 20 et 70 ans, sans contre-indication médicale à la pratique d'exercice</p>
Méthode	<p><u>Pays</u> : Norvège</p> <p><u>Durée du protocole</u> : <b>12 semaines</b> (5 mois entre les 2 groupes)</p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention</p>
Intervention	<p>3 fois/sem, supervisé et en extérieur</p> <p><u>Groupe MIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 70-75% FCmax (~73%FCmax) marche ou course</li> <li>• total de 60 min/session</li> </ul> <p><u>Groupe HAIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4x4 min 82%VO2max (90%FCmax) marche ou course avec 3 min de récupération à 52%VO2max (70%FCmax)</li> <li>• 15 min d'échauffement à 52%VO2max et 12 min de récupération à 52%VO2max</li> <li>• total de 52 minutes/session</li> </ul>
Critères de jugement	VO2max, composition du corps (poids, % masse grasse, tour de taille et hanche), TA, contrôle glycémique, insuline résistance, profil lipidique
Résultats	HIIT > MICT sur VO2max, HbA1c et IMC HIIT améliore le poids ( $p < 0,01$ ), IMC ( $p < 0,001$ ), HbA1c ( $p < 0,001$ ), pression diastolique ( $p < 0,01$ )
Limites	/
Qualité méthodologique	PEDro 5/10

Terada et al., 2013

Type	Essai contrôlé randomisé
Objectif	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Comparer la faisabilité (recrutement, adhérence, maintien) du HIIT vs MICT chez les patients DT2</li> <li>2) Efficacité du HIIT et MICT dans l'amélioration de l'HbA1c</li> <li>3) Investiguer les changements compensatoires d'apport énergétique</li> </ol>
Participants	<p><u>Nombre</u> : 15 participants (7 femmes). 7 (3 femmes) dans le groupe MICT et 8 (4 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Âge moyen</u> : 63 ans (<math>\pm</math> 5 ans) dans le groupe MICT et 62 ans (<math>\pm</math> 3 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Délai depuis le diagnostic</u> : 8 (<math>\pm</math> 4 ans) dans le groupe MICT et 6 ans (<math>\pm</math> 4 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><u>Critères d'inclusion</u> : hommes ou femmes, 55 à 75 ans, DT2, capable de réaliser un entraînement 5 fois par semaine, non fumeur</p>
Méthode	<p><u>Pays</u> : Canada</p> <p><u>Durée du protocole</u> : 12 semaines (avant 2 semaines de familiarisation)</p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention</p>
Intervention	<p>5 fois/sem sur un tapis roulant et ergocycle (alternativement), supervisé</p> <p><u>Groupe MICT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40%VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 30 min/session pour semaines 1 à 4 puis 45 min pour semaines 5 à 8 puis 60min pour semaines 9 à 12</li> </ul> <p><u>Groupe HIIT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jour 1 : 40%VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• Autres jours : 7 x 1min 100%VO<sub>2</sub>pic + 3min 20%VO<sub>2</sub>pic</li> <li>• total de 30 min/session pour semaines 1 à 4 puis 45 min pour semaines 5 à 8 puis 60min pour semaines 9 à 12</li> </ul>
Critères de jugement	VO <sub>2</sub> max, composition du corps (poids, % masse grasse, tour de taille et hanche), TA, contrôle glycémique, insuline résistance, lipidique, adhésion, fatigue, bien-être psychologique, satisfaction personnelle
Résultats	Amélioration du % de gras dans les 2 groupes. Bonne adhésion
Limites	Petit échantillon, différence significative sur certaines caractéristiques des données initiales. Biais de sélection à cause de la phase de familiarisation avant la randomisation mais minimisé par le fait que les patients soient finalement tous inclus à l'étude
Qualité méthodologique	PEDro 7/10

Winding et al., 2018

Type	Etude contrôlée randomisée
Objectif	Évaluer l'effet d'un entraînement de 11 semaines de HIIT vs MICT sur le contrôle glycémique, la capacité cardio-respiratoire et la composition corporelle chez les personnes DT2
Participants	<p><b>Nombre</b> : 32 participants (29 femmes). 7 (2 femmes) dans le groupe contrôle et 12 (5 femmes) dans le groupe MICT et 13 (6 femmes) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Âge moyen</b> : 57 ans (<math>\pm</math> 7 ans) dans le groupe contrôle et 58 ans (<math>\pm</math> 8 ans) dans le groupe MICT et 54 ans (<math>\pm</math> 6 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Délai depuis le diagnostic</b> : 7 ans (<math>\pm</math> 5 ans) dans le groupe contrôle et 6 (<math>\pm</math> 4 ans) dans le groupe MICT et 8 ans (<math>\pm</math> 4 ans) dans le groupe HIIT</p> <p><b>Critères d'inclusion</b> : pas d'insuline exogène, non fumeur, pas de pathologie qui contre-indique l'activité, poids stable durant les 6 derniers mois</p>
Méthode	<p><b>Pays</b> : Danemark</p> <p><b>Durée du protocole</b> : 11 semaines</p> <p>Pré-test avant l'intervention et post-test après l'intervention</p>
Intervention	<p><b>Groupe contrôle</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pas d'entraînement</li> </ul> <p>3 fois/sem sur un ergocycle :</p> <p><b>Groupe MICT</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>50%Wmax pendant 40 min (5 min échauffement à 40%Wmax + récupération)</li> <li>total de 135 min/session</li> </ul> <p><b>Groupe HIIT</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1min 95 Wmax + 1 min 20%Wmax pendant 20 min (5 min échauffement à 40%Wmax + récupération)</li> <li>total de 75 min/session</li> <li>→ volume d'énergie dépensé et temps plus court que le MICT</li> </ul>
Critères de jugement	VO2max, composition du corps (poids, % masse grasse), tension artérielle, contrôle glycémique, insuline résistance, profil lipidique, consommation d'énergie
Résultats principaux	HIIT > MICT pour VO2max malgré un total d'énergie dépensé plus bas et un temps de session plus bas pour le HIIT
Limites	Nombre faible de participants. La différence (bien que non significative) des caractéristiques dans la base de donnée initiale a peut-être empêché de trouver des différences pendant l'intervention
Qualité méthodologique	/

## Annexe V. Caractéristiques des participants étudiés

Etude	Pays	Groupes	Nombre de sujets	Sexe (F/H)	Age moyen (années)	Ecart type âge	Délai diagnostic DT2 (année)	Ecart type délai diagnostic DT2	Critères d'inclusion
Hollekim-Strand et al., 2014	Norvège	MICT	17	6/11	54,7	5,3	3	2,6	Dysfonctionnement diastolique du ventricule gauche (e' < 8cm/s) DT2 < 10 ans Pas de maladie cardiovasculaire connue
		HIIT	20	8/12	58,6	5	4,2	2,3	
Hwang et al., 2019	Etats-unis	MICT	16	6/10	62	2	8,3	1,5	DT2 30 et 79 ans Sédentaire
		HIIT	18	9/9	65	2	7,8	1,3	
		Contrôle	16	8/8	61	2	8,2	1,5	
Karstoft et al., 2013	Danemark	MICT	12	4/8	60,8	2,2	6,2	1,5	DT2 Pas de traitement par insuline exogène Pas d'AP > 150min/sem Sans CI médicale à la pratique physique Poids stable
		HIIT	12	5/7	57,5	2,4	3,5	0,7	
		Contrôle	8	3/5	57,1	3	4,5	1,5	
Karstoft et al., 2014	Danemark	MICT	12	4/8	60,8	2,2	6,2	1,5	DT2 Pas de traitement par insuline exogène
		HIIT	12	5/7	57,5	2,4	3,5	0,7	
		Contrôle	8	3/5	57,1	3	4,5	1,5	
Mitranun et al., 2014	Thaïlande	MICT	14	9/5	61,7	2,7	20,5	0,4	DT2 50 à 70 ans HbA1c (53 et 75 mmol/mol) Pas d'entraînement physique < 6mois
		HIIT	14	9/5	61,2	2,8	19,5	0,4	
		Contrôle	15	10/5	60,9	2,4	21,1	0,6	
Støa et al., 2017	Norvège	MICT	19	23/15	59	10	6	5	DT2 20 à 70 ans Sans CI médicale à la pratique physique
		HIIT	19		59	11	9	7	
Terada et al., 2013	Canada	MICT	7	3/4	63	5	8	4	Hommes ou femmes 55 à 75 ans DT2 Capable de réaliser un entraînement 5 fois par semaine Non fumeur
		HIIT	8	4/4	62	3	6	4	
Winding et al., 2018	Danemark	MICT	12	5/7	58	8	6	4	pas d'insuline exogène non fumeurs sans CI médicale à la pratique physique poids stable dans les 6 derniers mois
		HIIT	13	6/7	54	6	8	4	
		Contrôle	7	2/5	57	7	7	5	

HIIT = high-intensity interval training ; MICT = moderate-intensity continuous training ; DT2 = diabète de type 2 ; AP = activité physique ; CI = contre-indication ; HbA1c = hémoglobine glyquée

## Annexe VI. Caractéristiques des interventions étudiées

Etude	Intervention	Durée du protocole	Fréquence	Type d'exercice	Durée d'une séance (minutes)	Intensité	Critères d'évaluation	Abandon	
Hollekim-Strand et al., 2014	MICT	12 semaines	210 min /semaine	NA	≥ 10	modérée	HbA1c HOMA-IR TA IMC + CT VO2max	17%	
	HIIT		3 jours / semaine	Marche ou course sur tapis roulant	40	4 cycles 4 min 90% - 95% FCmax 3 min ~70%FCmax			
Hwang et al., 2019	MICT	8 semaines	4 jours /semaine	Ergocycle <i>("all extremity non-weight bearing air-braked ergometer")</i>	47 (10min échauffement 32 minutes corps de séance 5 min de retour au calme)	70% FCmax	HbA1c HOMA-IR TA Profil lipidique IMC + CT VO2max	14, % (22% HIIT 16%MICT)	
	HIIT				40 (10min échauffement 25 minutes corps de séance 5 min de retour au calme)				4x4min à 90% FCmax + 3x3min récupération active à 70% FCmax
	contrôle				Pratiquer la même activité physique que d'habitude				
Karstoft et al., 2013	MICT	16 semaines	5 jours / semaine	Marche	60	55% VO2pic	HbA1c TA profil lipidique IMC + CT VO2max	28%	
	HIIT				60	cycles 3min à ≤70% VO2pic + 3min à ≥70% VO2pic		8%	
	contrôle				Pratiquer la même activité physique que d'habitude			NA	
Karstoft et al., 2014	MICT	16 semaines	5 jours / semaine	Marche	60	55% VO2pic	HbA1c HOMA-IR Profil lipidique IMC + CT VO2max	28%	
	HIIT				60	cycles 3min à ~40% VO2pic + 3min à ≥70% VO2pic		8%	
	contrôle				Pratiquer la même activité physique que d'habitude			NA	
Mitranun et al., 2014	MICT	12 semaines	3 jours / semaine	Marche ou course sur tapis roulant	Phase 1 : 30 (20 corps de séance) Phase 2 : 30 (20 corps de séance) Phase 3 : 40 (30 corps de séance) (5 min échauffement et 5 min de récupération)	Phase 1 : 50% VO2pic Phase 2 : 60% VO2pic Phase 3 : 65% VO2pic	HbA1c HOMA-IR TA Profil lipidique IMC + CT VO2max	11%	
	HIIT				Phase 1 : 30 Phase 2 : 30 Phase 3 : 40 (5 min échauffement et 5 min de récupération)	Phase 1 : 50% VO2pic Phase 2 : 4x1min à 80% VO2pic et 4x4min à 50% VO2pic Phase 3 : 6x1min 85% VO2pic avec 4min à 60% VO2pic		7%	
	contrôle				Rester sédentaire			NA	
Støa et al., 2017	MICT	12 semaines	3 jours /semaine	Marche ou course en extérieur	60	70%-75% FCmax	HbA1c HOMA-IR TA Profil lipidique IMC + CT VO2max	NA	
	HIIT				52 (15 min échauffement et 12 min récupération à 52%)	4x4 min 90%FCmax + 3min récupération active à 70%FCmax			
Terada et al., 2013	MICT	12 semaines	5 jours / semaine	Tapis roulant et ergocycle (alternativement)	sem 1-4 : 30 sem 5-8 : 45 sem 9-12 : 60	40% VO2Pic	Questionnaires psychosociaux	0%	
	HIIT				sem 1-4 : 30 sem 5-8 : 45 sem 9-12 : 60	jour 1 : 40% VO2Pic 7 x 1min 100%VO2Pic + 3min 20%VO2Pic			
Winding et al., 2018	MICT	11 semaines	3 jours / semaine	ergocycle	135 (5 min échauffement à 40%Wmax + récupération)	50%Wmax	HbA1c HOMA-IR TA Profil lipidique IMC + CT VO2max	0%	
	HIIT				75 (5 min échauffement à 40%Wmax + récupération)				1min 95%Wmax + 1min 20%Wmax
	contrôle				Pas d'entraînement				

HIIT = high-intensity interval training ; MICT = moderate-intensity continuous training ; VO2pic = volume pic d'oxygène ; FCmax = fréquence cardiaque maximale ; Wmax = puissance maximale ; HbA1c = hémoglobine glyquée ; HOMA-IR = homeostatic model assessment of insulin resistance ; TA = tension artérielle ; IMC = indice de masse corporelle ; CT = circonférence de la taille ; NA = non applicable



## Annexe VII. Détails des scores à la ligne directrice CONSORT

Sujet	N° item	Hollekim-Strand et al., 2014	Hwang et al., 2019	Karstoft et al., 2013	Karstoft et al., 2014	Mitranun et al., 2014	Stoa et al., 2017	Terada et al., 2013	Winding et al., 2018
<b>Titre</b>	1a	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	0	0	0	0
<b>Résumé</b>	1b	0	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1)	1 (p.1-2)
<b>Introduction : contexte</b>	2a	1 (p.1)	1 (p.2-3)	1 (p.2-3)	1 (p.2)	1 (p.1-2)	1 (p.2)	1 (p.1-2)	1 (p.3)
<b>Objectifs</b>	2b	1 (p.1)	1 (p.3)	1 (p.3)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.3)
<b>Méthode : plan d'essai</b>	3a	0	1 (p.3)	0	0	0	0	1 (p.2)	1 (p.4)
	3b	NA = 0	NA = 0	1 (p.2)	1 (p.2)	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0
<b>Participants</b>	4a	1 (p.1)	1 (p.4)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.2)	1 (p.4)
	4b	0	1 (p.3)	0	0	0	0	1 (p.2)	0
<b>Intervention</b>	5	0	1 (p.4-5)	1 (p.2)	1	1 (p.2)	1	1 (p.3)	1 (p.5)
<b>Critères de jugements</b>	6a	0	1 (p.5-6)	1 (p.2-3)	1 (p.3-4)	1 (p.2-4)	1 (p.4-6)	1 (p.3-4)	1 (p.5-8)
	6b	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0
<b>Taille de l'échantillon</b>	7a	0	0	1 (p.2)	1	0	0	0	0
	7b	NA = 0	NA = 0	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0	NA
<b>Randomisation : production de la séquence</b>	8a	0	1 (p.3)	0	0	0	0	1 (p.3)	0
	8b	0	1 (p.3)	0	0	0	0	1 (p.3)	0
<b>Mécanisme d'assignation secrète</b>	9	0	0	0	1	0	0	0	1 (p.4)
<b>Mise en oeuvre</b>	10	0	1 (p.3)	0	0	0	0	1 (p.3)	0
<b>Aveugle</b>	11a	0	1 (p.3)	1 (p.3)	1	0	0	1 (p.3)	0
	11b	NA = 0	NA = 0	NA=0	NA = 0	NA=0	NA=0	NA=0	NA=0
<b>Méthodes statistiques</b>	12a	0	1 (p.6)	1 (p.3)	1	1 (p.4)	1 (p.6)	1 (p.4-5)	1 (p.8)
	12b	0	1 (p.6)	1 (p.3)	1	0	1 (p.6)	1 (p.4-5)	0
<b>Résultats : flux de participants</b>	13a	0	1 (p.15)	0	0	0	1 (p.4)	1 (p.4)	0
	13b	0	1 (p.7)	1 (p.2)	1	0	0	1 (p.4-5)	1
<b>Recrutement</b>	14a	0	0	0	0	0	0	1 (p.5)	0
	14b	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA=0	NA=0	NA=0
<b>Données initiales</b>	15	1 (p.1)	1 (p.20)	1 (p.4)	1 (p.5)	1 (p.4)	1 (p.3)	1 (p.6)	1 (p.23)
<b>Effectifs analysés</b>	16	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>Critères de jugements et estimations</b>	17a	1 (p.2)	1 (p.7-8)	1 (p.3)	1 (p.4-9)	1 (p.4-5)	1 (p.7)	1 (p.6-8)	1 (p.23)
	17b	1 (p.2)	1 (p.21)	1 (p.3)	1	0	1 (p.7)	0	1 (p.23)
<b>Analyses accessoires</b>	18	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0	NA = 0
<b>Risques</b>	19	0	1 (p.7)	1 (p.2)	1	1 (p.7)	0	1 (p.5)	1
<b>Discussion : limitations</b>	20	1 (p.2)	1 (p.11)	1 (p.7)	0	1 (p.7)	0	1 (p.8)	1 (p.23)
<b>"Généralisabilité"</b>	21	1	1	1	1	0	1	1 (p.8)	1 (p.23)
<b>Interprétation</b>	22	0	1 (p.10)	1 (p.4-7)	1	1 (p.6-7)	1 (p.8-11)	1 (p.7-8)	1 (p.13-16)
<b>Informations supplémentaires : Enregistrements</b>	23	0	1 (p.3)	1 (p.1)	1 (p.2)	0	0	1 (p.2)	1 (p.1)
<b>Protocole</b>	24	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Financement</b>	25	1 (p.3)	1 (p.11)	1 (p.8)	1 (p.11)	1	1 (p.11)	1	1 (p.17)
<b>Score final</b>		10/37	26/37	22/37	22/37	13/37	15/37	26/37	19/37

0 = non ou NA ; 1 = oui ; (numéro de la page)

## Effects of « high-intensity interval training » on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes : a literature review

---

**Background.** Type 2 diabetes is a biologic, societal and economic burden. Thus, research on the most efficient exercise modality is essential for the physiotherapist to reduce morbidity and mortality in this population.

**Aims.** The purpose of this study is to assess the effectiveness of high-intensity interval training (HIIT) compared with moderate-intensity continuous training (MICT) on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes (T2D).

**Methods.** A systematic literature search was performed on electronic databases PubMed (MEDLINE), Cochrane Library, Scopus and PEDro during March 2020. Articles were included based upon the following criteria: HIIT was compared with MICT on adults participants who were clinically diagnosed with T2D, outcomes that included glycemic control (hemoglobin A1c, insulin resistance HOMA-IR), cardiometabolic risk factors (Body Mass Index, waist circumference, blood pressure, blood lipid profile), cardiorespiratory fitness (VO<sub>2</sub>max) were measured at baseline and post-intervention. The risk of bias was defined by CONSORT 2010 statement.

**Results.** A total of 8 trials involving 279 patients were included in our study. HIIT induced a significant increase in VO<sub>2</sub>max compared with MICT. Regarding changes in HbA1c and BMI of patients, HIIT showed a tendency of a greater improvement than MICT. No significant differences were found between this two exercise modalities considering the outcomes insulin resistance, anthropometric parameters, blood pressure and lipid control.

**Conclusions.** The results of this review suggest that HIIT is a therapy with at least equivalent benefit to MICT and may induced more positive effects in patients with T2D. HIIT is a time-efficient strategy and should be considered by physiotherapists when prescribing exercise interventions for people living with type 2 diabetes.

**Keywords:** type 2 diabetes, high-intensity interval training, glycemic control, cardiorespiratory fitness, physiotherapy

## Effets du « high-intensity interval training » sur le contrôle glycémique et les paramètres cardio-respiratoires des patients diabétiques de type 2 : revue de littérature

---

**Contexte.** Le diabète de type 2 est une pandémie sanitaire, sociétale et économique. Ainsi, est-il essentiel pour le Masseuseur-Kinésithérapeute d'utiliser le mode d'exercice le plus efficace pour réduire la morbidité et la mortalité dans cette population.

**Objectifs.** L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité du « high-intensity interval training » (HIIT) comparé au « moderate-intensity continuous training » (MICT) sur le contrôle glycémique et les paramètres cardio-respiratoires chez les diabétiques de type 2 (DT2).

**Méthodes.** Une revue de littérature a été effectuée sur les bases de données PubMed (MEDLINE), Cochrane Library, Scopus et PEDro en Mars 2020. L'inclusion des articles se réfère aux critères suivants : le HIIT est comparé au MICT chez des adultes DT2, les résultats comprenant le contrôle glycémique (hémoglobine A1c, insulino-résistance HOMA-IR), des facteurs de risques cardio-vasculaires (Indice de Masse Corporelle, circonférence de la taille, tension artérielle, profil lipidique), la capacité cardiorespiratoire (VO<sub>2</sub>max) ont été mesurés en pré et post-intervention. Le risque de biais a été défini selon la ligne directrice CONSORT 2010.

**Résultats.** Au total, 8 essais ont été inclus dans notre étude, pour un total de 279 patients. Le HIIT augmente plus significativement la VO<sub>2</sub>max par rapport au MICT. En ce qui concerne les changements de l'HbA1c et de l'IMC chez les patients, une tendance à la supériorité du HIIT par rapport au MICT semble se dessiner. Aucune différence significative n'a été constatée entre les deux modalités d'exercice sur les résultats de l'insulino-résistance, les données anthropométriques, le profil tensionnel et lipidique.

**Conclusions.** Les résultats de cette revue de littérature suggèrent que le HIIT est une thérapie au moins équivalente au MICT et pourrait entraîner des bénéfices supérieurs chez les DT2. Le HIIT est une stratégie moins chronophage qui devrait être considérée par les physiothérapeutes lors de programmes d'activité physique adaptée pour les personnes atteintes de diabète de type 2.

**Mots-clefs :** diabète de type 2, high-intensity interval training, contrôle glycémique, paramètres cardio-respiratoires, physiothérapie