Année universitaire 2024-2025

Master 1ère année

Master STAPS mention : *Activité Physique Adaptée et Santé*

Parcours : *Activité physique adaptée et santé*

MÉMOIRE

TITRE :

Prise en charge par l'APA de personnes atteintes d'un diabète 2 peu avancé : impact sur l'hémoglobine glyquée, les capacités physiques et le niveau d'APS

Par : Madame FAUQUETTE Lucile

Sous la direction de : Madame ANTHIERENS Agathe

Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique le : 20 mai 2025

« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements :

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers l'ensemble des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire et qui m'ont accompagnée tout au long de ce parcours académique et professionnel.

Mes sincères remerciements s'adressent en premier lieu à ma directrice de mémoire, Professeure Agathe Anthierens, de la Faculté des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives de Lille, pour son encadrement, ses conseils avisés et sa disponibilité qui ont été déterminants dans l'élaboration de ce travail.

Je souhaite également témoigner ma reconnaissance au Docteur Jan Baran, mon tuteur de stage, pour la confiance qu'il m'a accordé et son accompagnement bienveillant tout au long de cette expérience professionnelle, ainsi qu'au Docteur Mathieu Calafiore pour son expertise et ses précieuses contributions.

Un remerciement particulier à Madame Cindy Bacquaert, infirmière Asalée, pour son investissement remarquable dans notre projet, sa collaboration étroite dans la prise en charge des patients et son accompagnement sans faille qui ont considérablement enrichi cette expérience.

Je remercie également Eiya Ayed pour son aide précieuse dans le projet de pérennisation de l'APA, et pour son accompagnement dans la préparation de la réponse à l'appel à projet, grâce auquel nous avons obtenu un financement.

Ma gratitude s'étend également à Sandrine, secrétaire de la maison de santé, dont l'assistance dans l'organisation et la planification des rendez-vous patients a été d'une aide inestimable. Je remercie la résidence sénior Damecosi de Wattrelos pour avoir généreusement mis à disposition ses locaux, permettant ainsi la réalisation des séances d'activité physique dans des conditions optimales.

Sur un plan plus personnel, j'adresse mes remerciements à mon compagnon pour son soutien indéfectible durant la rédaction de ce mémoire, un processus qui s'est avéré particulièrement exigeant.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance aux patients qui ont participé à cette étude volontairement, pour leur assiduité durant les trois mois de prise en charge, leur enthousiasme constant et leur investissement personnel qui ont donné tout son sens à ce travail.

Glossaire :

- **APA :** Activité Physique Adaptée
- **Adipokines** : Hormones ou cytokines sécrétées par le tissu adipeux. Leur dérégulation joue un rôle significatif dans l'établissement et la progression du diabète de type 2.
- **Boucles de rétroaction (insuline)** : Mécanismes physiologiques complexes régulant l'action et la sécrétion d'insuline. Leur perturbation est impliquée dans l'élévation de la glycémie au début du diabète de type 2.
- **Connexine-36 (Cx36)** : Protéine formant des jonctions communicantes entre les cellules des îlots de Langerhans. Une réduction du couplage via Cx36 est un facteur déterminant dans le dysfonctionnement des îlots et la progression du diabète de type 2.
- **Diabète de type 2 (DT2)** : Forme de diabète caractérisée par une hyperglycémie chronique résultant d'une sécrétion insuffisante d'insuline et d'une résistance des tissus cibles à l'action de cette hormone.
- **Équivalent métabolique (MET)** : Unité de mesure de l'intensité de l'activité physique.
- **Glycation** : Processus non enzymatique de fixation d'une molécule de glucose sur une protéine. L'hémoglobine glyquée (HbA1c) est le résultat de la glycation de l'hémoglobine.
- **Hémoglobine glyquée (HbA1c)** : Biomarqueur clé qui reflète la moyenne des concentrations de glucose sanguin sur une période d'environ 2 à 3 mois. Un taux supérieur à 48 mmol/mol (6,5%) confirme le diabète de type 2.
- **MCV** : Maladie cardiovasculaire
- **Îlots de Langerhans** : Groupements de cellules endocrines dans le pancréas, contenant notamment les cellules β productrices d'insuline.
- **Microvasculaire (complications)** : Complications du diabète affectant les petits vaisseaux sanguins, telles que la rétinopathie, la néphropathie et la neuropathie.
- **Néphropathie** : Atteinte des reins, une des complications microvasculaires potentielles du diabète..
- **Rétinopathie** : Atteinte des yeux, une des complications microvasculaires potentielles du diabète.
- **Test de Marche de 6 Minutes (TDM6)** : Test dynamique qui mesure la distance parcourue en 6 minutes pour évaluer la capacité fonctionnelle et l'endurance.
- **VO2pic (consommation maximale d'oxygène)** : Mesure de la capacité maximale du corps à transporter et à utiliser l'oxygène pendant un exercice intense. L'exercice physique peut augmenter le VO2pic.

Table des matières

I. Introduction 6

II. Revue littéraire 7

1. Le diabète de type 2 7

    1. Épidémiologie 7

    2. Physiopathogie 8

    4. L'hémoglobine glyquée comme bio-marqueur clé 9

2. L'activité physique comme traitement pour lutter contre le DT2 10

    1. Sédentarité et risque de DT2 10

    2. L'activité physique en prévention primaire 11

    3. Effet bénéfique, associé à l'activité physique sur la condition physique 12

    4. Limites de l'AP 13

    5. Objectif du mémoire 15

III. Matériel et méthode 15

1. Caractéristiques de la population 15

2. Protocole 16

    1. Évaluations 16

    2. Programme d'activités physiques adaptées 17

3. Prise en charge 18

4. Statistiques 18

IV. Résultats 19

V. Discussion 22

VI. Conclusion 25

VII. Implication professionnelle 25

VIII. Références bibliographiques 32

IX. Annexes 34

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée en début de prise en charge 15
Tableau 2 : Normes pour le test Killy 16
Tableau 3 : Organisation de la prise en charge 18
Tableau 4 : Résultats moyens aux différents tests avant et après la prise en charge 19
Tableau 5 : Situation n°1 d'activité physique adaptée 25
Tableau 6 : Situation n°2 d'activité physique adaptée 26
Tableau 7 : Situation n°3 d'activité physique adaptée 27
Tableau 8 : Situation n°4 d'activité physique adaptée 28

Table des figues

Figure 1 : Comparaison de l'hémoglobine glyquée chez des patients DT2 avant et après le protocole 20
Figure 2 : Comparaison des scores obtenue au questionnaire Ricci et Gagnon avant et après le protocole 20
Figure 3 : Comparaison test Killy avant et après le protocole 21
Figure 4 : Comparaison du test assis-debout avant et après le protocole 21
Figure 5 : Comparaison de la distance au test TDM6 avant et après la PEC 21

I. Introduction

Dans le cadre de mon stage, j'ai été amené à prendre en charge des adultes atteints de diabète de type 2 (DT2) présentant un mode de vie sédentaire, mettant en lumière un enjeu majeur de santé publique. Puisqu'en effet, cette pathologie chronique touche aujourd'hui plus de 537 millions d'adultes dans le monde, avec des complications cardiovasculaires, rénales et neurologiques qui engendrent non seulement une diminution significative de la qualité de vie des patients, mais aussi un fardeau économique considérable pour les systèmes de santé d'après les données de l'Atlas du Diabète de la FID (10ème édition, 2021). Le diabète de type 2 se développe à l'intersection complexe de facteurs génétiques et environnementaux, avec la sédentarité jouant un rôle prépondérant dans son déclenchement et sa progression. En France, le DT2 représente environ 92% des cas de diabète, selon la Fédération Française des Diabétiques (FFD). Ce phénomène épidémiologique s'explique en grande partie par l'évolution des modes de vie modernes, caractérisés par une réduction significative de l'activité physique et une augmentation du temps passé en position assise. La sédentarité provoque une résistance progressive à l'insuline au niveau des cellules musculaires et du foie, mécanisme central dans le développement du diabète de type 2. Sur le plan physiologique, le DT2 se caractérise par une dysrégulation métabolique complexe. L'insuline, hormone hypoglycémiante produite par le pancréas, perd progressivement de son efficacité. Les cellules musculaires et hépatiques deviennent progressivement résistantes à son action, tandis que le pancréas tente de compenser en produisant une quantité croissante d'insuline. Cette surproduction chronique conduit à l'épuisement et à la destruction de certaines cellules productrices d'insuline.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) souligne la gravité de cette pathologie, la qualifiant de « l'un des principaux tueurs au monde ». Les complications associées sont multiples et potentiellement graves : pathologies cardio-vasculaires, rétinopathie, neuropathie, néphropathie, et dans les cas extrêmes, risque d'amputation. La Fédération Française des Diabétiques est claire : « le surpoids, l'obésité et le manque d'activité physique sont les principaux déclencheurs du diabète de type deux chez une personne génétiquement prédisposée ». C'est précisément sur ce dernier point que se concentre notre étude : le lien crucial entre sédentarité et diabète de type 2. Le diagnostic repose sur plusieurs indicateurs, principalement l'hémoglobine glyquée (HbA1c), qui reflète la moyenne des concentrations de glucose sanguin sur trois mois. Un taux supérieur à 48 mmol/mol (6,5%) confirme le diabète de type 2.

L'objectif thérapeutique principal est d'intégrer durablement l'activité physique dans le quotidien des patients atteints de diabète de type 2, afin de maintenir un taux d'hémoglobine glyquée autour de 7 %, limitant ainsi les risques de complications. En Maison Sport Santé, les enseignants en Activité Physique Adaptée (APAS) jouent un rôle central : ils accompagnent les patients dans la lutte contre le déconditionnement, favorisent l'amélioration de leur condition physique et les aident à adopter un mode de vie moins sédentaire. L'activité physique contribue en effet à la réduction de l'hémoglobine glyquée. Ce mémoire traitera ainsi de l'impact de l'APAS chez les DT2 et notamment sur l'hémoglobine glyquée. Dans un premier temps, une revue de littérature nous permettra de mettre en lumière l'intérêt de l'APAS chez les DT2, puis nous verrons quels ont été les effets d'une prise en charge de trois mois en APAS sur l'hémoglobine glyquée, les capacités physiques et le niveau d'activité physique.

II. Revue littéraire

1. Le diabète de type 2

1. Épidémiologie

L'épidémiologie du diabète de type 2 (DT2) révèle un fardeau sanitaire mondial nécessitant des interventions ciblées en prévention secondaire. En 2017, 462 millions de personnes étaient atteintes (6,28% de la population), avec plus d'un million de décès annuels (Khan et al., 2020). La prévalence pourrait atteindre 7079 cas pour 100 000 habitants d'ici 2030, touchant particulièrement les populations sédentaires. La sédentarité, avec l'obésité et l'alimentation hypercalorique, constitue un facteur de risque majeur (Galicia-Garcia et al., 2020). Cette inactivité physique chronique favorise l'adiposité abdominale fréquente chez ces patients, augmentant la résistance à l'insuline via l'inflammation, la libération d'acides gras libres et le dérèglement des adipokines. Le DT2 représente la septième cause mondiale d'invalidité et d'années de vie perdues (Khan et al., 2020), accroissant de 15% le risque de mortalité, principalement cardiovasculaire (Galicia-Garcia et al., 2020).

2. Physiopathogie

Pour comprendre l'importance du contrôle glycémique et l'impact potentiel de l'activité physique, il est essentiel d'explorer les mécanismes physiopathologiques du DT2. Cette affection métabolique complexe se caractérise par une hyperglycémie chronique résultant de multiples dysfonctionnements physiologiques interdépendants.

Selon Galicia-Garcia et al. (2020), la physiopathologie du DT2 repose principalement sur deux anomalies interconnectées: une sécrétion insuffisante d'insuline par les cellules β pancréatiques et une résistance des tissus cibles à l'action de cette hormone. Normalement, l'insuline est libérée en réponse précise aux besoins métaboliques. Cependant, lorsque des altérations surviennent dans ses mécanismes de synthèse, de libération ou d'action, un déséquilibre glycémique s'installe progressivement. Aux stades précoces, la perturbation des boucles de rétroaction entre l'action et la sécrétion d'insuline entraîne une élévation de la glycémie. Avec l'évolution de la pathologie, le dysfonctionnement des cellules β s'aggrave, compromettant davantage la capacité de l'organisme à maintenir l'homéostasie glucidique. Parallèlement, la résistance à l'insuline augmente la production hépatique de glucose et diminue sa captation par les muscles, le foie et le tissu adipeux (Galicia-Garcia et al., 2020).

Saadati et Jamali (2021) ont approfondi ces connaissances en explorant les mécanismes spécifiques altérant la fonction des cellules β. Leurs recherches montrent que le DT2 se caractérise par une perte significative de la masse des cellules β et une altération de leur fonctionnement, perturbant la sécrétion d'insuline. Cette diminution entraîne un déclin fonctionnel des cellules restantes, une altération de la synchronisation intra-îlot et des modifications des oscillations du potentiel membranaire et de la concentration intracellulaire de calcium.

Le développement du DT2 implique également de nombreux systèmes organiques au-delà du pancréas. Galicia-Garcia et al. (2020) soulignent l'importance du foie, des muscles squelettiques, des reins, du cerveau, de l'intestin grêle et du tissu adipeux dans la physiopathologie de cette maladie. La dérégulation des adipokines, l'inflammation chronique et les altérations du microbiote intestinal jouent un rôle significatif dans l'établissement et la progression du DT2, créant un cercle vicieux qui aggrave les dysfonctionnements métaboliques.

Cette compréhension approfondie des mécanismes physiopathologiques permet d'identifier des cibles thérapeutiques potentielles et souligne l'importance du suivi de marqueurs biologiques spécifiques, comme l'hémoglobine glyquée.

3. Les conséquences du DT2

Le diabète de type 2 (DT2) est une maladie métabolique chronique, hétérogène et progressive. Au-delà de la dysrégulation glycémique, cette affection multisystémique implique de nombreux organes (Galicia-Garcia et al., 2020) et entraîne des conséquences potentiellement graves à long terme. Le DT2 constitue un facteur de risque majeur pour diverses complications, notamment le développement de maladies cardiovasculaires (MCV) (Al-Salameh et al., 2019), (Pace et al., 2020), qui représentent l'une des conséquences les plus critiques. La maladie se caractérise par des complications micro- et macro-vasculaires (Choi et al., 2011 and Cheng et al., 2011). Les complications macro-vasculaires se manifestent notamment par un développement accéléré de l'athérosclérose (Zaccardi et al., 2015), entraînant des atteintes vasculaires périphériques, une coronaropathie et un risque accru de maladies cérébrovasculaires (Wilmot et al., 2012), (Al-Salameh et al., 2019).

Ce contexte complexe s'accompagne fréquemment d'affections associées telles que la stéatose hépatique non alcoolique et l'obésité (Labrunée et al., 2012), cette dernière jouant un rôle prédominant dans le déclenchement et la progression de la maladie. Ces différents facteurs interagissent de manière synergique, amplifiant les dysfonctionnements métaboliques. Dans ce contexte pathologique multidimensionnel, l'hémoglobine glyquée (HbA1c) émerge comme un marqueur biologique crucial. Sa surveillance permet non seulement d'évaluer précisément l'état glycémique, mais aussi d'anticiper les risques de complications et d'apprécier l'efficacité des interventions thérapeutiques (Choi et al., 2011; Cheng et al., 2011; Selvin et al., 2010).

4. L'hémoglobine glyquée comme bio-marqueur clé

Dans le contexte du DT2 et de sa physiopathologie complexe, l'hémoglobine glyquée (HbA1c) constitue un bio-marqueur essentiel pour la surveillance et la prise en charge. Contrairement aux mesures ponctuelles de glycémie aux fluctuations quotidiennes importantes, l'HbA1c offre une vision intégrative du contrôle glycémique sur une période prolongée.

L'HbA1c résulte d'un processus de glycation non enzymatique de l'hémoglobine, reflétant la concentration moyenne de glucose sanguin sur environ 2 à 3 mois (Choi et al., 2011). Cette caractéristique en fait un outil précieux pour évaluer l'efficacité des interventions thérapeutiques, notamment celles visant à réduire la sédentarité et à promouvoir l'activité physique chez les patients

diabétiques. Un Comité d'Experts International (2009, cité dans Cheng et al., 2011 et Choi et al., 2011) a recommandé l'adoption d'un seuil d'HbA1c de 6,5% pour le diagnostic du diabète, recommandation entérinée par l'American Diabetes Association.

Au-delà de son rôle diagnostique, l'HbA1c fournit des informations cruciales sur le risque de complications. Un niveau élevé est corrélé à un risque accru de complications microvasculaires comme la rétinopathie, la néphropathie ou la neuropathie diabétiques. Les études de Choi et al. (2011) et Cheng et al. (2011) mettent en évidence un continuum de risque avec l'augmentation progressive des niveaux d'HbA1c, même pour des valeurs inférieures au seuil de 6,5%.

La sensibilité de l'HbA1c aux modifications du mode de vie, particulièrement à l'activité physique, en fait un paramètre de choix pour évaluer l'efficacité des interventions non pharmacologiques dans la prise en charge du DT2, notamment l'impact des programmes d'activité physique adaptée sur le contrôle glycémique.

Le diabète de type 2 entraîne des conséquences physiques et fonctionnelles significatives qui impactent directement la qualité de vie des patients. On observe fréquemment une diminution de la capacité physique, une mauvaise tolérance à l'effort et des douleurs liées à l'activité physique, ce qui limite l'engagement des patients dans une pratique régulière et entretient la sédentarité. À cela s'ajoute une baisse de la condition cardiorespiratoire et de la force musculaire, altérations qui aggravent la situation fonctionnelle globale. Le diabète est également associé à des complications chroniques graves telles que les maladies cardiovasculaires, la rétinopathie, la neuropathie, la néphropathie, et un risque accru d'amputation. Ces limitations physiques, combinées aux complications médicales, participent à un cercle vicieux entre dégradation de la santé métabolique et réduction des capacités fonctionnelles.

2. L'activité physique comme traitement pour lutter contre le DT2

1. Sédentarité et risque de DT2

La compréhension de la physiopathologie du DT2 et l'importance du suivi de l'HbA1c nous amènent à considérer l'influence majeure des comportements sédentaires sur cette affection et ses biomarqueurs. La sédentarité constitue un facteur de risque indépendant dans l'évolution et la gestion du diabète de type 2. Le terme « sédentaire » vient du latin « sedere » (s'asseoir) et désigne tout comportement éveillé en position assise ou allongée avec une faible dépense énergétique, correspondant

techniquement à moins de 1.5 équivalent métabolique (MET). Le « comportement sédentaire » se réfère donc à une position assise ou allongée plutôt qu'à une simple absence d'activité physique d'intensité modérée à vigoureuse.

La méta-analyse de Wilmot et al. (2012) démontre une association claire entre un temps sédentaire prolongé et une gestion plus difficile du diabète. La comparaison du temps sédentaire le plus élevé avec le plus faible est associée à une augmentation de 112% du risque relatif (RR 2.12) de progression défavorable de la maladie. Cette conclusion est d'autant plus pertinente que les comportements sédentaires prédominent dans la société moderne avec de nombreuses occasions de rester assis: télévision, voiture, ordinateur, etc. Hamilton et al. (2014) soulignent que ce temps prolongé en position assise pourrait avoir des conséquences physiologiques significatives, aggravant le diabète et altérant le métabolisme des lipides et du glucose. Leur analyse de 10 études confirme un risque relatif 112% plus élevé de complications liées au diabète associé à une longue durée de comportement sédentaire. Ces études convergent pour affirmer que la réduction du temps sédentaire est cruciale dans la gestion du DT2.

2. L'activité physique en prévention primaire

En contrepoint de ces effets délétères de la sédentarité, de précédents travaux ont examinés le lien entre différents paramètres physiques et le risque de diabète de type deux. Il est ainsi bien établi à ce jour qu'une condition cardiorespiratoire plus élevée diminue le risque de développer un diabète de type 2, plus précisément, chaque augmentation d'1 équivalent métabolique (MET) de la condition cardiorespiratoire était corrélée à une réduction de 8% du risque relatif de diabète de type 2 (Tarp et Stole et al, 2019). Secondement, une force musculaire Permet aussi de diminuer le risque de développer un diabète de type 2, puisque chaque augmentation d'1 écart type de la force musculaire était associée à une réduction de 13% du risque relatif de diabète de type 2 (Jakob Tarp, 2019). Ces résultats suggèrent que des améliorations, même relativement modestes, de la condition cardiorespiratoire et de la force musculaire sont associées à des réductions cliniquement significatives du risque de diabète de type 2.

Ces constats établissent un lien clair entre sédentarité, condition physique et risque de développer un diabète de type 2. Mais, Chez les patients atteints d'un diabète de type 2 peu avancé, l'APA génère aussi des effets cliniques notables, notamment en prévention secondaire.

3. Effet bénéfique, associé à l'activité physique sur la condition physique

Face aux effets délétères de la sédentarité sur les paramètres métaboliques et les complications du diabète, l'activité physique régulière représente une stratégie thérapeutique fondamentale. En effet, l'activité physique régulière d'intensité modérée et vigoureuse apparaît comme une intervention efficace pour améliorer de nombreux paramètres associés au DT2, Qu'il soit relatif à la condition physique ou directement aux mécanismes physiopathologie du DT2. Ainsi, l'impact d'un changement du mode de vie pourrait avoir un impact supérieur à Certaines interventions pharmacologiques (Zheng et al, 2018).

L'exercice physique améliore la sensibilité à l'insuline, réduit l'hémoglobine glyquée (A1c) et augmente la consommation maximale d'oxygène (VO2pic). L'entraînement physique influence favorablement les paramètres glycémiques, le profil lipidique et la pression artérielle. De plus, il optimise le contrôle glycémique, réduit les facteurs de risque cardiovasculaires et régule le poids corporel en diminuant le pourcentage de graisse et en augmentant la masse maigre (M. Labrunée et al, 2012). Les recherches actuelles révèlent que différents types d'exercices offrent des avantages complémentaires. Les exercices aérobies, sollicitant les grands groupes musculaires (course, vélo, natation), améliorent efficacement le contrôle glycémique, la sensibilité à l'insuline et le profil lipidique. L'entraînement en résistance optimise le contrôle glycémique, et améliorant les valeurs d'HbA1c. L'entraînement combiné, intégrant exercices aérobies et de résistance, s'avère particulièrement efficace pour le contrôle glycémique, suggérant des mécanismes d'action complémentaires (S. Amanat et al. 2020)

Conformément à ces données, Diabetes Canada et l'American Diabetes Association préconisent minimum 150 minutes hebdomadaires d'exercice aérobie d'intensité modérée à vigoureuse et au moins deux séances d'exercice de résistance par semaine. Pour les adultes diabétiques, 210 minutes hebdomadaires d'exercice modéré ou 125 minutes d'exercice intense sont recommandées. L'intensité doit être adaptée à l'état de santé et à la condition physique initiale de chaque patient. Selon Pace et al. (2020), la prévention secondaire est cruciale chez les personnes atteintes de DT2 qui présentent des taux élevés de maladies cardiovasculaires. Le DT2 étant un facteur de risque majeur cardiovasculaire, les patients ayant déjà des antécédents cardiovasculaires sont particulièrement vulnérables à de futurs événements.

Dans ce contexte, l'activité physique adaptée constitue une stratégie de prévention secondaire particulièrement pertinente, complémentaire aux approches pharmacologiques. Elle agit simultanément

sur plusieurs facteurs de risque cardiovasculaires: glycémie, pression artérielle, dyslipidémie et adiposité viscérale. Son caractère non invasif et ses bénéfices multisystémiques en font une intervention privilégiée pour les patients diabétiques, notamment ceux présentant des complications. Parmi les complications fréquentes du diabète, la neuropathie périphérique occupe une place majeure, en raison de son impact sur la sensibilité et l'équilibre. Cette atteinte nerveuse altère la perception plantaire, ce qui augmente significativement le risque de chutes chez les patients. Dans ce contexte, l'évaluation de l'équilibre, notamment à l'aide de tests simples comme le test unipodal, revêt une importance particulière. L'intégration de programmes d'activité physique adaptée contribue également à réduire le fardeau économique des complications diabétiques, qui multiplient par 9,4 les coûts de santé (Khan et al., 2020), justifiant les investissements dans ces interventions préventives efficaces. La mise en œuvre de ces programmes nécessite une adaptation aux contextes culturels, sociaux et géographiques spécifiques des populations ciblées (Pace et al., 2020). Cette personnalisation est essentielle pour maximiser l'adhésion et optimiser les bénéfices thérapeutiques à long terme.

4. Limites de l'AP

Malgré les bénéfices avérés de l'activité physique dans la gestion du DT2, plusieurs facteurs peuvent limiter l'efficacité des interventions. La reconnaissance de ces obstacles est essentielle pour développer des approches plus intégratives et personnalisées.

Dans les interventions en maison de santé axées sur l'activité physique adaptée, les habitudes alimentaires inadéquates constituent un obstacle majeur, interférant directement avec la régulation de l'HbA1c malgré l'adhésion aux exercices. Cette observation souligne l'interdépendance entre alimentation et activité physique dans la gestion du diabète. En effet, l'activité physique adaptée, bien que fondamentale, ne peut seule garantir une diminution significative de l'HbA1c. Une approche nutritionnelle adaptée constitue le complément indispensable à toute intervention efficace. Les apports glucidiques, leur répartition quotidienne et leur index glycémique influencent directement la glycémie, pouvant limiter les bénéfices métaboliques de l'exercice. Cette complémentarité entre alimentation équilibrée et activité physique régulière représente le levier thérapeutique optimal pour améliorer durablement le contrôle glycémique.

Des facteurs psychosociaux significatifs ont également été observés. Le déficit motivationnel chez certains patients entrave leur engagement régulier, particulièrement lors des séances en autonomie. Cette

observation rejoint les conclusions de Booth et al. (2020) concernant les difficultés de maintien de l'activité physique à long terme après les interventions structurées. Effectivement, Malgré les bénéfices à court terme bien établis, le maintien de l'activité physique après les interventions structurées reste problématique. La revue de Booth et al. (2020) n'a identifié que cinq essais avec des données sur l'activité physique à long terme après une intervention structurée chez des personnes diabétiques. Les améliorations initiales tendent à diminuer avec le temps, soulignant l'importance de stratégies d'adhésion durables.

Cependant, l'essai de Lindahl et al. (2009), rapportant des niveaux d'activité physique plus élevés à 1, 3 et 5 ans, incluait une intervention plus intensive et des stratégies motivationnelles. Ceci suggère que des interventions intensives intégrant des principes psychologiques (objectifs, auto-surveillance, résolution de problèmes) pourraient améliorer l'adhérence à long terme. La collaboration patient-soignant et l'identification des obstacles sont également recommandées pour maintenir les bénéfices durables. Par ailleurs, des freins psychologiques notables émergent, notamment la kinésiophobie (peur du mouvement) et des croyances limitantes concernant les capacités physiques des patients. Ces représentations négatives se manifestent par la conviction d'incapacité à effectuer des mouvements sans douleur et par des doutes persistants quant aux aptitudes fonctionnelles. Ces facteurs psychosociaux compliquent significativement la démarche de prévention secondaire et la lutte contre la sédentarité.

Ces obstacles soulignent la nécessité d'adapter constamment les stratégies d'intervention pour surmonter ces résistances et favoriser l'autonomisation des patients. L'approche multidisciplinaire, intégrant éducation nutritionnelle, soutien psychologique et activité physique adaptée, apparaît comme la voie la plus prometteuse pour optimiser la prise en charge des patients diabétiques en prévention secondaire. En définitive, bien que l'activité physique constitue un pilier thérapeutique fondamental dans la gestion du DT2, son efficacité dépend largement de sa combinaison avec d'autres interventions ciblant les multiples facettes de cette affection métabolique complexe. L'optimisation de la prise en charge des patients diabétiques en prévention secondaire nécessite une personnalisation des interventions tenant compte des spécificités individuelles, sociales et culturelles. Cette approche holistique offre les meilleures perspectives pour améliorer durablement les paramètres glycémiques, réduire les complications et améliorer la qualité de vie des patients.

5. Objectif du mémoire

L'activité physique offre des bénéfices significatifs pour les personnes atteintes de diabète de type 2, en contribuant notamment à l'amélioration de la sensibilité à l'insuline, à la réduction des taux d'hémoglobine glyquée et à l'amélioration des capacités physiques. Favoriser la reprise d'activité physique régulière, représentant un enjeu très important, pourrait en plus permettre de ralentir la progression du diabète, ce qui se reflète notamment à travers l'évolution de l'hémoglobine glyquée. C'est dans ce contexte que l'objectif de ce mémoire est de mettre en lumière l'impact de l'activité physique adaptée chez les diabétiques de type 2, d'une part sur les capacités physiques et d'autre part sur l'hémoglobine glyquée.

III. Matériel et méthode

1. Caractéristiques de la population

Dans le cadre de ce mémoire, plusieurs critères d'inclusion et de non inclusion ont été choisis.

Critères d'inclusion :

- Diabète de type 2
- Sans injection d'insuline
- En éducation thérapeutique avec la maison de santé
- Suivre ses rendez-vous avec l'infirmière Asalée
- Réalisation des 3 mois de séance
- Avoir une ordonnance d'un des médecins de la maison de santé
- Avoir une prise de sang tous les trois mois pour surveiller l'HbA1c
- Être volontaire pour participer aux tests et séances d'APA

Critères d'exclusion :

- Pas d'ordonnance d'un médecin de la maison de santé
- Avoir un diabète de type 1 ou pas de diabète
- Avoir un freestyle
- Se piquer à l'insuline
- Ne pas assister au séance d'éducation thérapeutique

- Ne pas aller à ses rendez-vous vous avec l'infirmière Asalée
- Arrêt du protocole avant la fin

Suite à ses critères, 9 personnes présentant un diabète de type 2 (DT2) à un stade précoce, âgés de 56 à 70 ans, ont été inclus dans cette étude (Tableau 1). Ces patients sont sous traitement oral uniquement, avec suivi trimestriel par prise de sang. Cette population sédentaire présente une faible condition physique, appartient à une classe socioéconomique moyenne à défavorisée, et comprend hommes et femmes. Ils sont à la retraite ou ont un emploi à temps partiel avec un planning leur laissant du temps libre pour leurs activités personnelles pour deux entre eux. Ces patients ruraux ont un IMC élevé (28-37) et bénéficient d'un accompagnement infirmier pour les aspects hygiéno-diététiques, ainsi que de séances d'éducation thérapeutique sur l'alimentation et leur pathologie.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population étudiée en début de prise en charge.

Patients	Âge (ans)	IMC (kg/m²)	HbA1c (%)	Sexe Féminin	Sexe Masculin
9	63 ± 5	32 ± 3	8,5 ± 1,5	6	3

2. Protocole

1. Évaluations

Dans notre étude de trois mois, nous avons évalué l'efficacité d'un programme d'activité physique en comparant les résultats avant et après l'intervention. Afin de documenter sur la modification des capacités physiques et des habitudes des participant, quatre tests d'évaluation ont été utilisées :

- Le test de la chaise (Killy) : également appelé Test de la Chaise, est un test statique d'endurance musculaire des quadriceps. Il évalue le temps pendant lequel une personne peut maintenir une position assise contre un mur (Emile Killy, années 90s). Les normes sont affichées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Normes pour le test Killy.

Niveau	Homme	Femme
Faible	< 30s	< 20s
Bon	>120s	> 100s

- Le test d'équilibre sur un pied (unipodale) : Test statique utilisé pour évaluer les capacités d'équilibre individuelles. Il consiste à mesurer le temps de maintien d'une personne sur une seule jambe les yeux ouvert (Barbara A. Springer 2007). les normes du test d'équilibre unipodal les yeux ouverts, en fonction de l'âge des patients, sont de :

- 50 - 59 ans : 37 s
- 60 - 69 ans : 26s
- 70 - 79 ans : 14s

- Le Test de Marche de 6 Minutes (TDM6) : Test dynamique utilisé pour évaluer la capacité fonctionnelle ou la performance de marche. Il consiste à mesurer la distance maximale parcourue par une personne en six minutes. Ce test est réalisé en intérieur avec une piste balisée (American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2002).

Pour ce test, on peut calculer la distance théorique du patient pour évaluer les résultats du test selon Enright et Sherrill (1998).

Pour une femme :

DistanceT (m) = (2,11x taille (cm)) - (5,78x âge (ans))-(2,29x poids (kg)) + 667

Pour un homme :

DistanceT (m) = (7,57x taille (cm)) - (5,02x âge (ans))-(1,76x poids (kg)) + 309

- Le questionnaire Ricci et Gagnon : Outil statique d'évaluation utilisé pour analyser les habitudes de sédentarité et le niveau d'activité physique Ricci et Gagnon (1981). Il permet de classer les participants en trois catégories :
    - **Inactif** : score inférieur à 18 points.
    - **Actif** : score entre 18 et 35 points.
    - **Très actif** : score supérieur à 35 points.

Les tests ont été réalisés, en fonction des disponibilités des patients et les tests de fin de prise en charge ont été réalisés, le même jour, même heure et mêmes conditions.

2. Programme d'activités physiques adaptées

Le protocole d'activité physique a été conçu selon une périodicité réfléchie, comprenant deux séances encadrées par semaine et une séance en autonomie à domicile. Le programme comportait deux activités

distincts : une activité de marche incluant une séance hebdomadaire d'une heure en plein air, et une activité multisport, intégrant une séance de 1h30 par semaine. Cette séance multisport était organisée autour d'un programme combiné associant du renforcement musculaire, une activité aérobie et des exercices d'équilibre, permettant une approche globale et dynamique de la préparation physique.

3. Prise en charge

La prise en charge a consisté en des séances structurées d'activité physique combinée, d'une durée totale de 1h30. Ces séances étaient méthodiquement organisées, comprenant 30 minutes de renforcement musculaire ciblé, permettant de développer la force et la masse musculaire, complétées par 30 minutes d'activité aérobie visant à améliorer l'endurance cardiovasculaire. Une partie de la séance était portée sur l'équilibre, avec l'intégration de 10 minutes de travail spécifique, modulables selon les capacités individuelles, afin d'optimiser la stabilité et la coordination du patient. J'avais un groupe de cinq patients et un autre groupe de 4 patients. Le groupe était réuni pour la séance de marche. J'ai proposé deux créneaux différents pour répondre au emploi du temps de chacun.

Tableau 3 : Organisation de la prise en charge.

Prise en charge		
Marche	Activité combiné	Autonomie
1h / semaine	1h30 / semaine	40min - 1h /semaine
- Aérobie - Intervalle training	- Renforcement musculaire - Équilibre - Aérobie	- Renforcement - Équilibre

4. Statistiques

Dans le cadre de notre étude, les données ont été récoltées à deux moments distincts : lors du début de la prise en charge puis à la fin de celle-ci, permettant ainsi de démontrer l'évolution des paramètres étudiés. Les données quantitatives ont été exprimées en moyenne et écart-type. Notre protocole d'analyse statistique s'est structuré selon une méthodologie rigoureuse en cinq phases distinctes. Premièrement, nous avons vérifié la normalité de la distribution des données pour les variables suivantes : la distance parcourue au Test de Marche de 6 Minutes (TDM6), le temps de maintien au Test de Killy, le nombre de

répétitions au test Assis-Debout en 30 secondes, et le score obtenu au Questionnaire Ricci et Gagnon. Cette vérification de la normalité a été effectuée à l'aide du test de Shapiro-Wilk. Deuxièmement, nous avons examiné l'homogénéité des variances entre les groupes (avant et après la prise en charge) pour ces mêmes variables. L'homogénéité a été évaluée à l'aide du test de Levene. L'homogénéité des variances et la distribution s'avère normale. Troisièmement, pour comparer les résultats obtenus par les mêmes patients avant et après la prise en charge d'activité physique adaptée (APA) pour chaque test, nous avons utilisé le test t de Student pour échantillons appariés. Ce test statistique permet de déterminer s'il existe une différence significative entre les moyennes des mesures répétées sur les mêmes sujets. Quatrièmement, nous avons calculé la puissance des tests a posteriori afin d'évaluer le risque de commettre une erreur de type II (ne pas rejeter l'hypothèse nulle alors qu'elle est fausse). Enfin, le seuil de signification statistique a été fixé à un $p < 0,001$. Cela signifie que nous avons considéré qu'une différence entre les mesures avant et après la prise en charge était statistiquement significative si la probabilité d'observer une telle différence (ou une différence plus importante) par hasard était inférieure à 0,1%.
L'ensemble des analyses statistiques a été mené à l'aide du site anastats.fr et du logiciel LibreOffice Calc.

IV. Résultats

Le tableau 4 : résume les résultats obtenus avant et après la prise en charge, auprès des patients, ayant accepté de participer à l'étude (cf Annexes 1 et 2).

Tableau 4 : Résultats moyens aux différents tests avant et après la prise en charge.

	Avant	**Après**
Effectif (n)	9	9
Sexe (F:H)	6:3	6:3
HbA1c (%)	8,42 ± 1,01	7,96 ± 0,85
TDM6 (m)	400,56 ± 26,98	468,33 ± 30,41
Killy (s)	25,22 ± 3,35	38,67 ± 4,18
Relevé de chaise (n)	10,78 ± 1,39	14,22 ± 1,30
Ricci & Gagnon (score)	13,11 ± 2,32	22,89 ± 2,32

La comparaison des performances a mis en évidence une amélioration du taux d'hémoglobine glyquée avec une diminution du taux de 5,5% (figure 1), une amélioration du score au questionnaire de ricci et gagnon avec une progression de 74,6% (figure 2), une amélioration, au test de Killy (figure 3), une amélioration au test de relevé de chaise avec une progression de 31,9 % (figure 4) et une amélioration au test TDM6 avec augmenté de 16,9 % (figure 5).

L'ensemble des variables présentait une diminution ou une augmentation supérieure à 0,8 écart-type, indiquant une variation marquée.

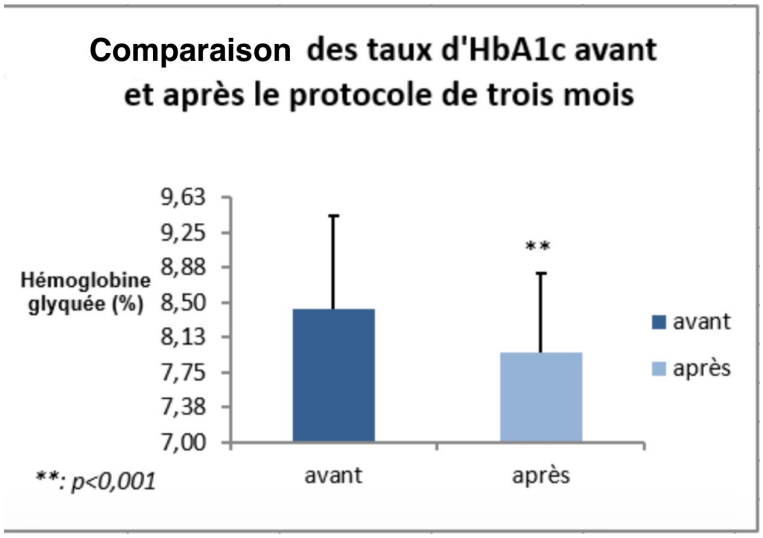

Figure 1 : Comparaison de l'hémoglobine glyquée chez des patients DT2 avant et après le protocole.

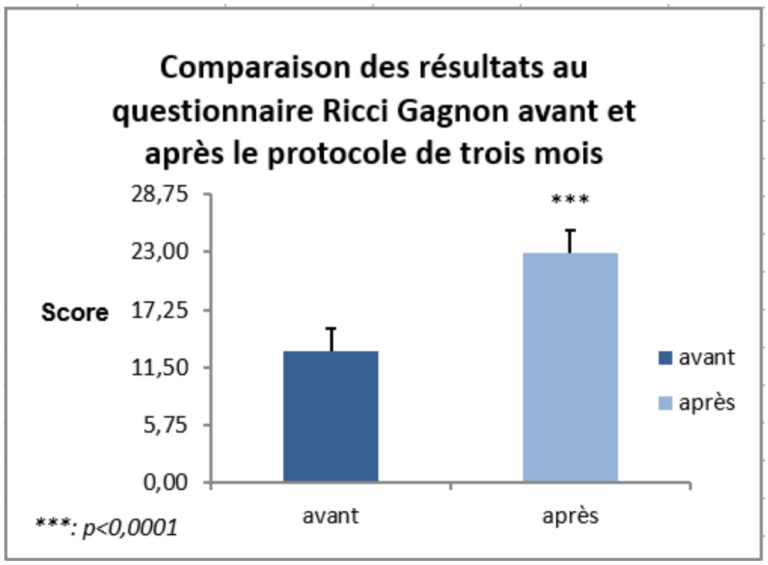

Figure 2 : Comparaison des scores obtenue au questionnaire Ricci et Gagnon avant et après le protocole.

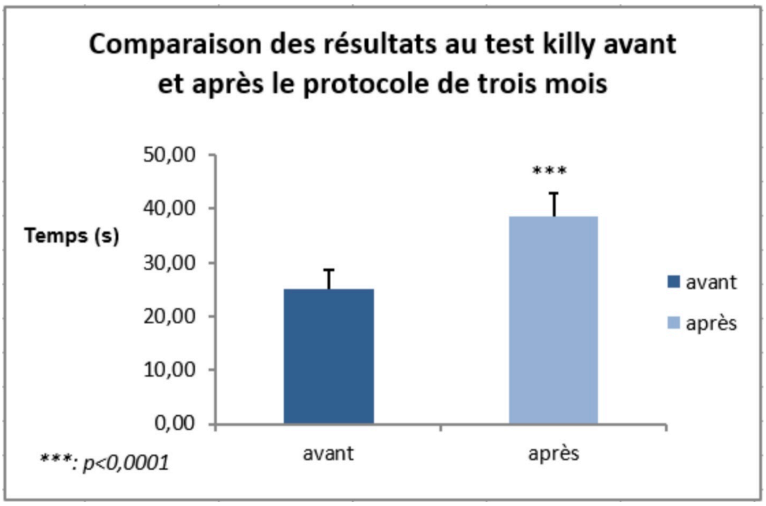

Figure 3 : Comparaison test Killy avant et après le protocole.

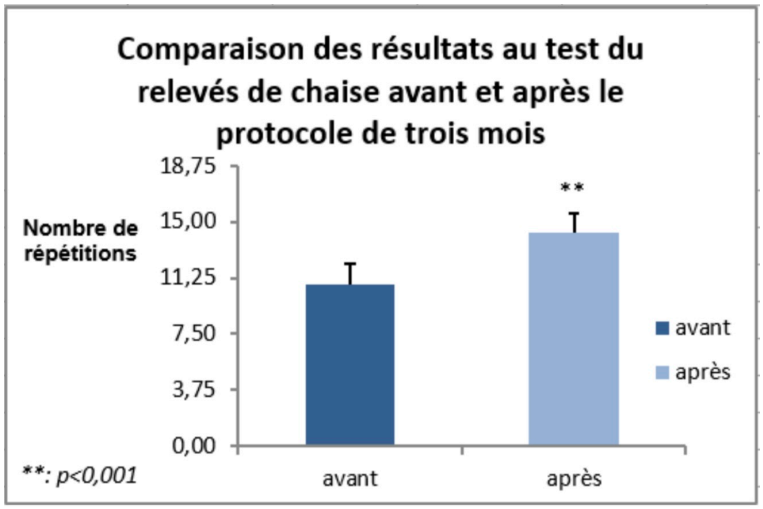

Figure 4 : Comparaison du test assis-debout avant et après le protocole

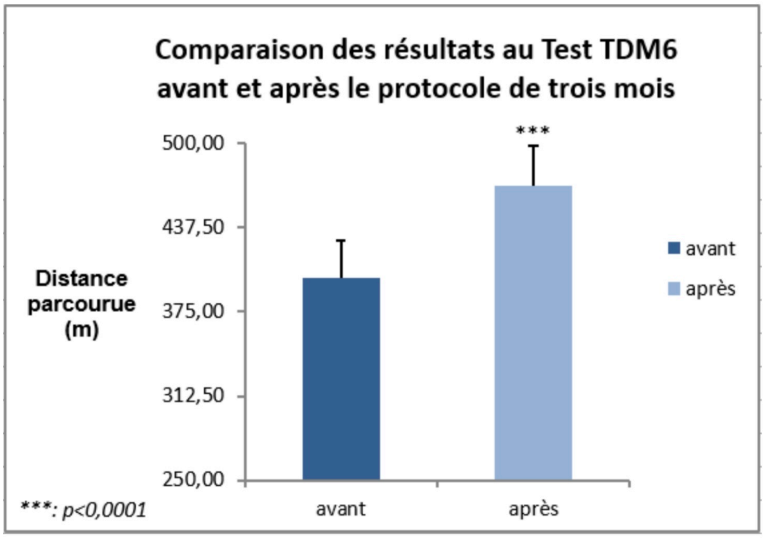

Figure 5 : Comparaison de la distance au test TDM6 avant et après la PEC.

V. Discussion

Les résultats de notre étude pilote de trois mois auprès de patients atteints de diabète de type 2 à un stade précoce ont révélé des améliorations significatives dans plusieurs indicateurs clés de leur condition physique et de leur comportement sédentaire. L'observation la plus marquante concerne la diminution significative de l'hémoglobine glyquée (HbA1c) de 8,42% à 7,96% ($p < 0,001$). Cette réduction, bien que modeste en valeur absolue, est cliniquement pertinente dans la mesure où elle s'inscrit dans l'objectif thérapeutique de maintenir l'HbA1c aux alentours de 7% pour minimiser le risque de complications à long terme.

Cette amélioration du contrôle glycémique peut être attribuée à plusieurs mécanismes physiologiques induits par l'activité physique régulière. L'exercice physique, qu'il soit aérobie, en résistance ou combiné, est reconnu pour améliorer la sensibilité à l'insuline et favoriser l'absorption du glucose par les muscles actifs (S. Amanat et al, 2020). En effet, la contraction musculaire pendant l'exercice augmente la translocation du transporteur de glucose GLUT4 vers la membrane cellulaire, facilitant ainsi la captation du glucose sanguin indépendamment de l'insuline. De plus, l'entraînement chronique peut entraîner une hypertrophie des fibres musculaires, augmentant la masse musculaire totale, un tissu hautement sensible à l'insuline et capable de stocker davantage de glucose sous forme de glycogène. Nos résultats sont cohérents avec de nombreuses études épidémiologiques et méta-analyses qui ont démontré l'efficacité de

l'exercice physique dans la prévention et la gestion du diabète de type 2 en abaissant l'HbA1c (S. Amanat et al, 2020)..

Outre l'amélioration du contrôle glycémique, notre protocole d'activité physique a entraîné une augmentation significative de la distance parcourue lors du Test de Marche de 6 qui témoigne d'une amélioration de la capacité cardiorespiratoire et de l'endurance fonctionnelle de nos participants. L'activité physique aérobie, telle que la marche incluse dans notre programme, est un puissant stimulus pour améliorer la consommation maximale d'oxygène (VO2pic) (S. Amanat et al, 2020), un indicateur clé de la condition physique et un facteur protecteur contre les événements cardiovasculaires chez les patients atteints de DT2.

Le test de Killy (chaise) a également révélé une amélioration significative de la force musculaire des membres inférieurs. Cette amélioration est cruciale car la force musculaire des jambes est essentielle pour de nombreuses activités de la vie quotidienne, telles que se lever d'une chaise, monter des escaliers et marcher. L'entraînement en résistance, même avec le poids du corps ou des exercices fonctionnels, stimule l'hypertrophie musculaire et améliore la capacité des muscles à générer de la force. Cette augmentation de la force musculaire peut également avoir des répercussions positives sur le contrôle glycémique en augmentant la masse musculaire globale et donc la capacité de stockage du glucose.

De manière cohérente, le nombre de répétitions au test assis-debout en 30 secondes augmenté confirmant les améliorations observées avec le test de Killy. Ces deux tests soulignent l'impact positif de notre intervention sur la fonctionnalité et la force des muscles sollicités lors de la marche et des activités quotidiennes.

Enfin, l'amélioration du score au questionnaire Ricci et Gagnon est particulièrement intéressante car elle suggère une diminution du comportement sédentaire perçu par les participants à l'issue du programme. Bien que ce questionnaire évalue les habitudes déclarées, cette évolution positive est encourageante.

La confrontation de nos résultats avec la littérature existante renforce l'importance de l'activité physique adaptée comme intervention non pharmacologique clé dans la prise en charge du diabète de type 2. Alors qu'une méta-analyse a révélé qu'une condition cardiorespiratoire plus élevée était associée à un risque plus faible de développer un diabète de type 2 (chaque augmentation d'1 MET étant corrélée à une réduction de 8% du risque relatif), (Tarp et Stole et al, 2019), l'amélioration de la condition cardiorespiratoire par l'activité physique est également fondamentale pour l'amélioration de la pathologie chez les patients déjà atteints de diabète de type 2. L'activité physique, en augmentant la condition

cardiorespiratoire, est bien établie pour améliorer le contrôle glycémique (notamment l'HbA1c), la sensibilité à l'insuline, la capacité d'effort (VO2pic) et l'endurance fonctionnelle (mesurée par exemple par le TDM6), contribuant ainsi à une meilleure gestion de la maladie et à la réduction du risque de complications, en particulier cardiovasculaires. Chaque augmentation d'1 écart type de la force musculaire était associée à une réduction de 13% du risque relatif de diabète de type 2 (Jakob Tarp, 2019). Notre étude, bien que portant sur un petit échantillon, s'inscrit dans cette lignée en démontrant des améliorations significatives sur plusieurs plans.

D'un point de vue physiologique, les améliorations observées peuvent être expliquées par l'augmentation de la sensibilité à l'insuline, l'optimisation du métabolisme du glucose et des lipides, et l'accroissement de la capacité cardiovasculaire et de la force musculaire. L'activité physique stimule des voies de signalisation intracellulaires qui favorisent la capture et l'utilisation du glucose, contribuant ainsi à la baisse de l'HbA1c.

Notre étude présente plusieurs limites importantes à considérer. La petite taille de l'échantillon (n=9) restreint la généralisation de nos résultats à une population plus large. L'absence de groupe contrôle ne permet pas d'établir avec certitude le lien de causalité entre notre intervention et les améliorations observées.

Il convient également de noter que les patients bénéficiaient d'une prise en charge multidisciplinaire au sein de la maison de santé. Cette prise en charge comprenait des séances d'éducation thérapeutique du patient (ETP) concernant les traitements, un suivi nutritionnel avec une infirmière, ainsi que des séances de marche proposées deux fois par semaine. Les patients étaient donc suivis par quatre professionnels de santé différents : un professionnel en activité physique adaptée, une infirmière diététicienne, un éducateur thérapeutique et un médecin. Par ailleurs, l'instauration d'un traitement médicamenteux oral au début de l'intervention a certainement joué un rôle dans les résultats observés.

Un autre facteur confondant à considérer est le challenge "Kiplin" mis en place au mois de mars durant la période d'intervention. Ce concours national, encourageant les participants à maximiser leur nombre de pas quotidiens pendant un mois, a vraisemblablement contribué à l'augmentation significative des scores au questionnaire Ricci Gagnon et à l'accroissement de la dépense énergétique des patients qui se sont investis dans cette compétition.

VI. Conclusion

Notre étude pilote sur un programme d'activité physique adaptée chez des patients diabétiques de type 2 a démontré des améliorations significatives du contrôle glycémique (HbA1c de 8,42% à 7,96%), des capacités fonctionnelles (distance de marche, force et endurance musculaire) et une réduction du comportement sédentaire perçu. Toutefois, certaines limites sont à considérer, notamment la petite taille de l'échantillon, l'absence de groupe contrôle, la prise en charge multidisciplinaire concomitante (ETP, suivi nutritionnel), l'instauration d'un traitement médicamenteux oral et l'influence du challenge "Kiplin" pendant l'intervention. Malgré ces réserves méthodologiques, notre étude souligne l'importance d'intégrer systématiquement l'activité physique adaptée dans la prise en charge multimodale du diabète de type 2, avec des bénéfices cliniquement pertinents même sur une période relativement courte.

VII. Implication professionnelle

Dans le cadre de cette prise en charge, l'objectif thérapeutique principal est de réduire le taux d'HbA1c des patients par la mise en place d'un programme structuré d'activité physique adaptée. L'enjeu est également de rompre avec la sédentarité et d'améliorer la condition physique globale, en accompagnant les patients vers un mode de vie plus actif et durable. C'est dans cette perspective qu'a été conçu le programme d'activité physique adaptée proposé aux patients. Il vise à intégrer progressivement ces recommandations, en tenant compte des capacités physiques initiales, des pathologies associées et du niveau de sédentarité. Le programme combine des séances d'endurance, de renforcement musculaire et de travail de l'équilibre, dans un objectif global d'amélioration de la santé métabolique et fonctionnelle.

Tableau 5 : Situation n°1 d'activité physique adaptée

<table>
<tr><td colspan="3"><u>Nom</u> : Lucile à dit…</td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Objectif</u> : renforcement musculaire des membres inférieurs</td></tr>
<tr><td><u>Matériel</u> :
- Chaises
- Plots
<u>Durée</u> : 15min
(5 parties x 2)</td><td><u>Consignes</u> :
En binômes, les patients sont face à face avec un plot entre eux. L'enseignant en APA annonce un mouvement à réaliser (squat, fente, demi-pointe, etc.). À l'annonce du mot "plot", le premier à attraper le plot gagne la manche. Après 5 parties, on change de binôme et on recommence.</td><td><u>Variables</u> :
- Mettre le plot sur une chaise pour qu'il ne soit pas trop bas (moins de contraintes sur les genoux/dos, moins de flexion de genou ; plus facile)
- Adapter les consignes pour rendre l'exercice plus difficile avec plus de flexion de genou, plus de mouvements ou inversement pour que ce soit plus facile
- Adapter le temps de travail entre chaque partie
- Complexification avec un élastique autour des cuisses ou poids aux chevilles</td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Sécurité :</u>

- Toujours une chaise à proximité pour s'asseoir si besoin
- Éviter les flexions longues si douleurs aux genoux ainsi que les fentes
- Effectuer une pause entre chaque parties
- Espace suffisant entre les binômes
- Immédiat ses douleurs articulaires
- Plot à hauteur (éviter de le mettre au sol pour prévenir les chutes)</td></tr>
</table>

Tableau 6 : Situation n°2 d'activité physique adaptée

<table>
<tr><th colspan="3"><u>Nom</u> : La chenille</th></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Objectif</u> : renforcement musculaire des membres supérieurs et du tronc</td></tr>
<tr><td><u>Matériel</u> :
- Chaises
- Médecine ball
<u>Durée</u> : 15min
(2 parties par équipe)</td><td><u>Consignes</u> :
Les patients sont divisés en deux équipes.

- Une équipe (1) s'assoit en ligne côte à côte (chenille) chacun sur une chaise. Le patient en bout de ligne tiens bras tendus devant lui une médecine ball. En gardant les bras tendus avec une torsion du tronc, il donne la balle aux patients, assis à côté de lui et ainsi de suite. Un aller-retour compte pour un point. Le but est de comptabiliser le plus de points.

- L'autre équipe (2) effectue un nombre de pompes murale collectivement défini au préalable par l'enseignant en APA. Lorsque les pompes sont toutes effectuées, le jeu s'arrête, et il n'est plus possible de cumuler des points pour l'autre équipe.

Ensuite, les deux équipes échangent leur place et l'équipe (2) doit essayer de comptabiliser, plus de points que l'équipe (1) pour le même nombre de pompes.
En tout, il y aura quatre parties pour que chaque équipe passe deux fois à chaque atelier.</td><td><u>Variables</u> :

- Plus l'inclinaison pour les pompes est importante plus l'exercice est difficile et inversement
- Adapté le nombreux de pompes
- Donner un nombre de pompes par patient et plus un compte collectif
- Augmenter ou diminuer le poids du médecine ball
- Augmenter ou réduire l'écart entre les patients sur la ligne
- Demander aux patients, d'effectuer la chenille debout pour augmenter les difficulté
- Autoriser la flexion des coudes pour soulager les épaules et rendre l'exercice plus facile</td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>Sécurité :</u>

- Toujours une chaise à proximité pour s'asseoir si besoin pour les pompes
- Veiller à la bonne posture du tronc/dos ainsi qu'un bassin rétroversé pour les pompes
- Ne pas hésiter à intervenir pour stopper l'activité sur la durée devient trop longue
- Faire manipuler la balle à chaque patient avant le début de l'exercice pour s'assurer que chaque patient soit capable et conscient du poids qu'elle représente
- Assurer que l'espace est dégagé autour des chaises pour éviter toute chutes qu'est-ce qu'il y a mon bébé ?</td></tr>
</table>

Tableau 7 : Situation n°3 d'activité physique adaptée

Nom : Le déménageur		
Objectif : Travail aérobie		
Matériel : - Cerceaux - Plots **Durée** : 30min - 2min par parties - 2/3 parties par situations - 5 situations	**Consignes** : Chaque patient a un cerceau en cercle, au centre, plusieurs plots de différentes couleurs. Au top départ, les patients peuvent, en marche rapide, aller chercher un seul plot à la fois pour le déposer dans sa base. Le but est d'avoir le plus de points possible. 1. Le patient qui a le plus de plots. 2. Les plots rouge +2 points. 3. Les plots bleus -1 points. 4. Possibilités de mettre des plots (un à la fois) chez les adversaires. 5. Obligation de passer par sa base pour prendre un plot.	**Variables** : - Augmenter ou réduire la distance entre les cerceaux et les plots. - Réduire ou augmenter le temps de la partie. - Retirer des consignes si trop compliqué - Ajouter des consignes de déplacements (fentes, demi pointe, crabe..). - Demander de toujours aller toucher un object précis de la salle avant chaque déplacement.
Sécurité : - Toujours une chaise à proximité pour s'asseoir si besoin dans la salle, pas sur le territoire de travail pour éviter les risques de chute. - Interdire la course - Interdiction de marcher sur les plots ou les cerceaux - Interdiction de se rentrer dedans		

Tableau 8 : Situation n°4 d'activité physique adaptée

Nom : Boccia		
Objectif : Équilibre		
Matériel : - Boccia - Cerceaux **Durée** : 15min	**Consignes** : En binômes face à un autre binômes, les patients jouent à la Boccia avec les règles du jeu. Sauf que lorsque le patient se place dans le cerceau pour lancer sa balle, il doit adopter la position indiquer au préalable par l'enseignant : pied joint, sur pointe de pied, tandem, unipodal. A chaque lancé, le patient doit alterner entre droite et gauche si il est en position tandem ou unipodal.	**Variables** : - Indiquer la posture d'équilibre en fonction des capacités du patients - Modifier la posture au cours de la partie - Imposer un jeu plus ou moins éloigner - Demander au binôme de se mettre en position d'équilibre même si il ne joue pas lorsque son binôme tire.

Sécurité :

- Toujours une chaise à proximité pour s'asseoir et une à coté de la zone de tire pour se tenir si besoin.
- Espace suffisant entre les binômes.
- Se tenir à proximité pour rééquilibrer ou tenir le patient si besoin.

Le protocole d'activité physique proposé dans cette étude s'inscrit avec rigueur dans le cadre des recommandations scientifiques actuelles pour la prise en charge du diabète de type 2. La structure hebdomadaire de trois séances respecte les directives formalisées par l'American Diabetes Association (2022), qui préconise entre 3 et 5 sessions par semaine pour optimiser la régulation glycémique. Le volume total d'activité physique de 180-210 minutes hebdomadaires s'aligne parfaitement avec les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (2020) et des Standards of Medical Care in Diabetes (2023), qui établissent une fourchette cible de 150-300 minutes d'activité d'intensité modérée par semaine.

La composition multimodale du protocole, intégrant 40 minutes de renforcement musculaire ciblé et 80 minutes d'activité aérobie (incluant 20 minutes en séance combinée et 60 minutes de marche supervisée), trouve sa validation dans les méta-analyses d'Umpierre et al. (2013) et de Pan et al. (2018). Ces études démontrent qu'une telle approche combinée améliore l'HbA1c de 0,5% à 0,8% comparativement aux interventions unimodales. L'incorporation stratégique d'une séance en autonomie répond au facteur critique d'adhésion thérapeutique identifié par Colberg et al. (2016), qui ont objectivé une augmentation de 68% de la persistance à 12 mois grâce à l'auto-gestion progressive de l'activité physique.

Concernant la durée totale de l'intervention (trois mois), les méta-analyses d'Umpierre et al. (2011) et de Boulé et al. (2013) confirment qu'une période de 12 semaines permet d'obtenir des améliorations cliniquement significatives, avec une réduction moyenne de l'HbA1c comprise entre 0,48% et 0,66%. Néanmoins, pour consolider ces bénéfices initiaux et favoriser l'adoption durable de comportements actifs, les travaux de Balducci et al. (2019) et de Qiu et al. (2017) suggèrent qu'une intervention prolongée de 6 à 12 mois optimiserait la stabilité des modifications comportementales et l'ancrage des habitudes d'activité physique chez cette population.

À l'issue du protocole initial de trois mois, la pérennisation et l'optimisation des bénéfices thérapeutiques nécessitent l'implémentation d'une stratégie d'évolution méthodique des paramètres d'entraînement pour les patients diabétiques de type 2. Conformément aux recommandations de l'American College of Sports Medicine (2021) et aux travaux de Colberg et al. (2016), cette phase de consolidation doit intégrer une

progression structurée de quatre variables fondamentales : l'intensité, le volume, la complexité et l'autonomie. Cette évolution post-protocole est calibrée selon les principes de surcharge progressive et d'adaptation physiologique documentés par MacInnis et Gibala (2017). L'intensité pourra évoluer progressivement jusqu'à 70-80% de la FCmax en phase avancée, tandis que le volume hebdomadaire pourra augmenter graduellement jusqu'à 250-300 minutes, permettant ainsi une optimisation de la sensibilité à l'insuline à long terme, en fonction de la chronicité et de l'intensité de l'entraînement physique.

L'application concrète de cette stratégie de progression se manifeste notamment à travers l'évolution des exercices proposés. Le renforcement musculaire des membres inférieurs illustre parfaitement cette démarche, évoluant du simple relevé de chaise avec appui (3 séries de 8 répétitions) vers un squat fonctionnel avec résistance élastique (3 séries de 12-15 répétitions), conformément aux principes de progression neuromusculaire établis par Fisher et al. (2020). De même, l'activité aérobie se transforme d'une marche continue de 1 heure à intensité constante vers une marche nordique de 1 heure intégrant des intervalles de haute intensité sur terrain varié, suivant ainsi les recommandations de Francois et Little (2015) sur l'efficacité supérieure des protocoles intermittents chez cette population. Cette évolution des modalités d'exercice contribue non seulement à l'amélioration des paramètres cardiométaboliques, mais favorise également le développement de l'auto-efficacité et de l'autonomie du patient, facteurs prédictifs majeurs de l'adhésion à long terme selon les travaux de Teixeira et al. (2022) sur les déterminants psychologiques de l'engagement dans l'activité physique chez les patients atteints de maladies chroniques.

Le protocole d'activité physique adaptée proposé pour les patients diabétiques de type 2 présente plusieurs atouts méthodologiques substantiels conformes aux données probantes actuelles. Sa conception multimodale intégrant renforcement musculaire (40 minutes), activité aérobie (20 minutes) et exercices d'équilibre (10 minutes) s'aligne parfaitement avec les recommandations de l'American Diabetes Association (2022) qui démontrent une réduction supplémentaire de l'HbA1c de 0,17% lorsque ces modalités sont combinées comparativement aux interventions unimodales. La fréquence bi-hebdomadaire des séances encadrées correspond au seuil minimal d'encadrement professionnel identifié par Labrunée et al. (2012) comme facteur déterminant d'adhésion thérapeutique dans les pathologies métaboliques chroniques. L'intégration stratégique d'une séance en autonomie constitue un levier essentiel d'autonomisation et d'appropriation comportementale, comme l'ont établi les travaux de Teixeira et al. (2022) sur les déterminants psychologiques de l'engagement durable dans l'activité physique. L'évaluation initiale et finale par tests fonctionnels standardisés (TDM6, test de la chaise) permet une quantification

objective des améliorations des capacités fonctionnelles, conformément aux recommandations méthodologiques de Guralnik et al. (2000) pour l'évaluation de l'efficacité des interventions non-pharmacologiques.

En revanche, plusieurs limitations méthodologiques méritent d'être considérées. La durée relativement courte du protocole (trois mois) pourrait compromettre l'ancrage comportemental à long terme, comme le suggèrent les travaux de Balducci et al. (2019) qui établissent une corrélation positive entre la durée d'intervention et la pérennisation des comportements actifs. L'absence de stratégies d'intervention spécifiquement ciblées sur les freins psychologiques identifiés (kinésiophobie, croyances limitantes) constitue une limite significative à la lumière des travaux d'Alharbi et al. (2016) qui identifient ces facteurs comme obstacles majeurs à l'adhésion thérapeutique. Par ailleurs, la taille des groupes, bien qu'optimale pour les dynamiques sociales motivationnelles, pourrait limiter l'individualisation des interventions que Labrunée et al. (2012) ont identifiée comme composante critique de l'efficacité des programmes d'activité physique supervisée. Enfin, l'hétérogénéité glycémique initiale des participants (HbA1c variant de 6,9% à 10,0%) pourrait constituer un facteur confondant dans l'interprétation des résultats, comme l'ont démontré Umpierre et al. (2013) en établissant une relation inversement proportionnelle entre le niveau initial d'HbA1c et l'amplitude des améliorations glycémiques induites par l'exercice physique.

VIII. Références bibliographiques

- Amanat, S., Ghahri, S., Dianatinasab, A., Fararouei, M., & Dianatinasab, M. (2020). Exercise and type 2 diabetes. In J. Xiao (Ed.), Physical exercise for human health (Vol. 1228, pp. 92–93). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_6

- Balducci, S., D'Errico, V., Haxhi, J., Sacchetti, M., Orlando, G., Cardelli, P., Pugliese, G., & the Italian Diabetes and Exercise Study 2 (IDES_2) Investigators. (2019). Effect of a behavioral intervention strategy for adoption and maintenance of a physically active lifestyle: The Italian Diabetes and Exercise Study 2 (IDES_2). Diabetes Care, 42(3), 479–488. https://doi.org/10.2337/dc18-1994

- `Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Comprehensive Physiology, 2(2), 1143–1211. https://doi.org/10.1002/cphy.c110025

- Choi, S. H., Kim, T. H., Lim, S., Cho, B. J., Kim, S. M., Park, K. S., & Jang, H. C. (2011). Hemoglobin A1c as a diagnostic tool for diabetes screening and new-onset diabetes prediction. Diabetes & Metabolism Journal, 35(6), 595–603. https://doi.org/10.4093/dmj.2011.35.6.595

- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care, 39(11), 2065–2079. https://doi.org/10.2337/dc16-1728

- Francois, M. E., & Little, J. P. (2015). Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. Diabetes Spectrum, 28(1), 39–44. https://doi.org/10.2337/diaspect.28.1.39

- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. International Journal of Molecular Sciences, 21(17), 6275. https://doi.org/10.3390/ijms21176275

- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A., & Wallace, R. B. (2000). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. Journal of Gerontology: Medical Sciences, 49(2), M85–M94. https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85

- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2014). Sedentary behavior as a mediator of type 2 diabetes. Medicine and Sport Science, 60, 11–26. https://doi.org/10.1159/000357332

- Khan, M. A. B., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of type 2 diabetes – Global burden of disease and forecasted trends. Journal of Epidemiology and Global Health, 10(1), 107–111.

- Labrunée, M., Antoine, D., Vergès, B., Coudert, J., & Gremeaux, V. (2012). Benefits of physical activity in diabetic patients: A review. Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 55(6), 421–437. https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2012.07.003

- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. The Journal of Physiology, 595(9), 2915–2930. https://doi.org/10.1113/JP273196

- Qiu, S., Cai, X., Sun, Z., & Li, L. (2017). Duration and frequency of exercise as modifiers of the effect of physical activity on glycemic control in type 2 diabetes: A meta-regression analysis. BMJ Open Diabetes Research and Care, 5(1), e000236. https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2016-000236

- Selvin, E., Steffes, M. W., Zhu, H., Matsushita, K., Wagenknecht, L., Pankow, J., Coresh, J., & Brancati, F. L. (2010). Glycated hemoglobin, diabetes, and cardiovascular risk in nondiabetic adults. New England Journal of Medicine, 362(9), 800–811. https://doi.org/10.1056/NEJMoa0908359

- Teixeira, P. J., Carraca, E. V., Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M. (2022). Exercise, physical activity, and self-determination theory: A systematic review. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 19(1), 121. https://doi.org/10.1186/s12966-022-01325-y
- Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J., Gross, J. L., Ribeiro, J. P., & Schaan, B. D. (2013). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. JAMA, 305(17), 1790–1799. https://doi.org/10.1001/jama.2011.576

- Xu, W., Zhang, H., Paillard-Borg, S., Zhu, H., Qi, X., & Rizzuto, D. (2021). Barriers and facilitators for physical activity in adults with type 2 diabetes mellitus: A scoping review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(10), 5359. https://doi.org/10.3390/ijerph18105359

- Zhou, H., Peng, X., & Wang, X. (2012). Effects of a home-based rehabilitation program in obese type 2 diabetes patients. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 55(5), 301–312. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2012.06.001

- Fédération Française des Diabétiques. (n.d.). Le diabète de type 2. https://www.federationdesdiabetiques.org/information/diabete/diabete-type-2

- International Diabetes Federation. (2021). IDF Diabetes Atlas (10e éd.). https://diabetesatlas.org

IX. Annexes

Patient	HbA1c (%)	TDM6 (m)	Test de Killy (sec)	Assis-Debout 30s (nb)	Ricci-Gagnon
P1	9.2	370	25	9	17
P2	7.8	390	22	11	20
P3	8.3	420	28	10	19
P4	6.9	430	30	12	21
P5	10.0	360	20	8	15
P6	8.6	410	24	9	18
P7	9.0	385	26	10	17
P8	7.1	440	29	11	20
P9	8.9	400	23	9	18

Annexe 1 : Tableau des résultats aux différents tests des patients en bilan initial

Patient	HbA1c (%)	TDM6 (m)	Test de Killy (sec)	Assis-Debout 30s (nb)	Ricci-Gagnon
P1	8.7	440	38	12	22
P2	7.4	480	40	14	24
P3	8.2	450	32	11	21
P4	6.5	520	45	16	27
P5	9.1	430	35	11	21
P6	8.1	470	39	13	23
P7	8.5	455	37	13	22
P8	6.9	510	43	15	25
P9	8.2	460	36	13	23

Annexe 2 : Tableau des résultats aux différents tests des patients en bilan final

Résumé

L'objectif principal de ce mémoire était d'évaluer l'impact d'une prise en charge d'activité physique adaptée (APA) sur l'hémoglobine glyquée (HbA1c) chez des patients atteints d'un diabète de type 2 (DT2) peu avancé dans un contexte de prévention secondaire et de lutte contre la sédentarité. L'étude pilote a suivi neuf patients pendant trois mois, durant lesquels ils ont participé à un protocole comprenant deux séances hebdomadaires encadrées (marche et activités combinées) et une séance en autonomie à domicile. L'efficacité du programme a été évaluée par des mesures de l'HbA1c et des tests de capacités physiques : le Test de Marche de 6 Minutes (TDM6), le test de Killy (force des jambes), le test assis-debout (endurance des membres inférieurs) et le questionnaire Ricci et Gagnon (comportement sédentaire). Les résultats ont démontré des améliorations significatives dans tous les indicateurs mesurés. L'HbA1c a diminué de manière significative de 8,42% à 7,96% ($p < 0,001$). La distance parcourue au TDM6 a augmenté significativement de 400,56 mètres à 468,33 mètres ($p < 0,001$). Le temps de maintien au test de Killy s'est amélioré, passant de 25,22 secondes à 38,67 secondes ($p < 0,001$). Le nombre de répétitions au test assis-debout a également augmentésignificativement de 10,78 à 14,22 ($p < 0,001$). Enfin, le score au questionnaire Ricci et Gagnon a progressé de 13,11 à 22,89 ($p < 0,001$), suggérant une réduction du comportement sédentaire perçu. En conclusion, cette étude pilote met en évidence le potentiel bénéfique d'un programme d'APA structuré pour améliorer le contrôle glycémique, les capacités physiques et réduire la sédentarité chez des patients atteints de DT2 peu avancé. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer l'activité physique dans la prise en charge du DT2 en prévention secondaire.

Mots-clés (Français): Diabète de type 2, Activité physique adaptée, Hémoglobine glyquée, Sédentarité, Prévention secondaire.

Abstract

The primary objective of this memory was to evaluate the impact of an adapted physical activity (APA) program on glycated hemoglobin (HbA1c) in patients with early-stage type 2 diabetes (T2DM) in the context of secondary prevention and the fight against sedentary behavior. This pilot study followed nine patients over three months, during which they participated in a protocol including two supervised weekly sessions (walking and combined activities) and one unsupervised home-based session. The program's effectiveness was assessed by measuring HbA1c and conducting physical capacity tests: the Six-Minute Walk Test (6MWT), the Killy test (leg strength), the sit-to-stand test (lower limb endurance), and the Ricci and Gagnon questionnaire (sedentary behavior).
The results demonstrated significant improvements in all measured indicators. HbA1c significantly decreased from 8.42% to 7.96% ($p < 0.001$). The distance covered in the 6MWT significantly increased from 400.56 meters to 468.33 meters ($p < 0.001$). The holding time in the Killy test improved, increasing from 25.22 seconds to 38.67 seconds ($p < 0.001$). The number of repetitions in the sit-to-stand test also significantly increased from 10.78 to 14.22 ($p < 0.001$). Finally, the score on the Ricci and Gagnon questionnaire improved from 13.11 to 22.89 ($p < 0.001$), suggesting a reduction in perceived sedentary behavior.
In conclusion, this pilot study highlights the beneficial potential of a structured APA program to improve glycemic control, physical capacities, and reduce sedentary behavior in patients with early-stage T2DM. These findings underscore the importance of integrating physical activity into the management of T2DM in secondary prevention.

Keywords (English): Type 2 Diabetes, Adapted Physical Activity, Glycated Hemoglobin, Sedentary Behavior, Secondary Prevention.