

Syndrome métabolique et activité physique mesurée par podomètre chez l'adolescent

Metabolic syndrome and physical activity measured by pedometer among adolescents

Sofien Regaieg¹, Faten Hadjkacem², Nadia Charfi², Dorra Ghorbel², Rim Marrakchi³, Sourour Yaich⁴, Jamel Dammak⁴, Kamel Jamoussi³, Mohamed Abid²

1-Unité de recherche obésité_ syndrome métabolique- CHU Hédi Chaker, Sfax, Tunisie / faculté de sciences de Bizerte,

2-Unité de recherche obésité_ syndrome métabolique- service d'endocrinologie-diabétologie-CHU Hédi Chaker, Sfax / Faculté de médecine de Sfax,

3-Laboratoire de la biochimie CHU Hédi Chaker, Sfax / Faculté de médecine de Sfax,

4-Service médecine communautaire et d'épidémiologie. CHU Hédi Chaker Sfax / Faculté de médecine de Sfax,

RÉSUMÉ

Introduction : L'objectif de cette étude était d'estimer la fréquence du syndrome métabolique et d'étudier l'association entre la mesure de l'activité physique par podomètre et les différents composants de ce syndrome dans une population d'adolescents en surpoids et obèses à Sfax Ville.

Méthodes : Cette étude a concerné 51 adolescents en surpoids et obèses (28 filles et 23 garçons), âgés de 15 à 18 ans, recrutés par l'unité de recherche obésité-syndrome métabolique, service d'endocrinologie CHU Hédi Chaker, Sfax, entre décembre 2012 et octobre 2013. Le syndrome métabolique est défini selon les critères établis par l'International Diabetes Federation. L'activité physique a été mesurée avec podomètre (Digi-Walker SW-200; Yamax Co, Tokyo, Japon)

Résultats : La fréquence du syndrome métabolique était estimée à 21,6%. Il était significativement plus fréquent ($p=0,04$) chez les adolescents obèses (25%) que chez ceux ayant un surpoids (15,8%). L'hypoHDL cholestérolémie était le composant du syndrome métabolique le plus fréquemment associé à l'obésité abdominale ; elle est retrouvée chez 58,8% des jeunes. La moyenne des pas /jour mesurée par podomètre était significativement plus élevée chez les sujets sans syndrome métabolique qu'avec ($9648,25\pm 2297,726$ vs $7365,91\pm 1505,65$; $p=0,03$). Le nombre de pas quotidiens mesuré par podomètre était inversement corrélé au tour de taille ($p<0,05$), pression artérielle ($p<0,05$) et aux triglycérides ($p<0,05$).

Conclusion : La prévalence du syndrome métabolique est élevée chez les adolescents obèses de la région de Sfax. Un mode de vie physiquement plus actif semble être associé à une plus faible probabilité de syndrome métabolique.

Mots-clés

Obésité - adolescent – syndrome métabolique, activité physique, podomètre

SUMMARY

Background: The aim of this study was to describe the prevalence of metabolic syndrome and to study the association of physical activity measured by pedometer with the metabolic syndrome components, in a sample of overweight and obese adolescents from Sfax City.

Methods: This study concerned 51 obese and overweight adolescents (28 girls and 23 boys), between the ages of 15 and 18 years, recruited by the unit of obesity and metabolic syndrome department of endocrinology, Hedi Chaker Hospital, University of Sfax, between december 2012 and october 2013. Metabolic syndrome was defined with the International Diabetes Federation (IDF) criteria. Physical activity was monitored with pedometer (Digi-Walker SW-200; Yamax Co, Tokyo, Japan)

Results: The frequency of metabolic syndrome was 21.6%. It was significantly higher in obese (25%) than in overweight (15,81%) adolescents ($p=0,04$). The most common component, associated with abdominal obesity, was hypoHDLemia observed in 58.8 % of the sample.

The average steps / day measured by pedometer was significantly higher in subjects without metabolic syndrome than with ($9648, 25\pm 2297, 726$ vs $7365, 91\pm 1505, 65$ steps/day; $p=0, 03$). Pedometer determined steps/day was inversely correlated with waist circumference ($P<0,05$), blood pressure ($P<0,05$) and triglycerides ($P<0,05$).

Conclusion: Metabolic syndrome is prevalent in our young population. A more physically active lifestyle appears to be associated with lower probability of metabolic syndrome.

Key- words

Obesity, adolescent, metabolic syndrome, physical activity, pedometer

Depuis quelques années, on observe une augmentation importante de l'incidence de l'obésité et des troubles métaboliques et cardiovasculaires qui l'accompagnent [1]. D'après plusieurs études récentes, l'apparition de certaines de ces complications métaboliques et cardiovasculaires dès l'enfance et l'adolescence a également augmenté chez les sujets porteurs d'un syndrome métabolique (SM) [2,3]. Il paraît donc fondamentale de connaître la prévalence de ce syndrome chez les jeunes adolescents afin d'estimer l'ampleur de ce phénomène et d'identifier les personnes à haut risque de développer les maladies cardiovasculaires et/ou le diabète [2,3,4,5]. Aussi, il est bien démontré qu'une modification des habitudes de vie pourrait réduire ces risques chez les jeunes [6]. En effet, il était marqué qu'un manque d'activité physique (AP), un mode de vie sédentaire et une faible capacité aérobie chez les jeunes sont associés aux différents composants du SM [6,7,8]. De plus, des données récentes semblent soutenir l'idée que l'augmentation du nombre de pas quotidiens pourrait à elle seule d'améliorer, de manière directe et/ou indirecte, les composants du SM [8,9,10]. Cependant, peu d'informations sont disponibles à propos de l'association entre le nombre de pas quotidiens et le SM chez les adolescents en surpoids/obésité, notamment dans les pays en voie de développement comme la Tunisie. L'objectif, de cette étude était d'étudier la prévalence du SM et sa relation avec l'AP mesurée par podomètre chez un groupe d'adolescents obèses et en surpoids de la ville de Sfax.

METHODE

Population d'étude

La population de l'étude a été recrutée, par l'unité de recherche obésité- syndrome métabolique, du CHU Hédi Chaker de Sfax, à partir d'une population de 400 adolescents en surpoids ou obèses définit selon les critères de l'International Obesity Task Force (IOTF) [11], et qui sont inscrits au lycée secondaire Majida Boulila, Sfax. Parmi ces 400 élèves 100 adolescents, âgés entre 15 et 18 ans, ont donné leurs consentements pour participer à l'étude.

Les critères de non-inclusion pour notre étude ont été la présence de maladies chroniques associées à l'obésité, la prise de médicaments qui pourraient influencer les paramètres métaboliques et la présence de contre-indications pour la pratique d'une AP ce qui a réduit notre échantillon à 51 adolescents (28 filles et 23 garçons).

Cette étude a été menée entre décembre 2012 et octobre 2013. Un consentement éclairé a été signé par les élèves avec l'accord de leurs parents pour participer à cette étude. Ce travail a été réalisé selon les recommandations de la Déclaration d'Helsinki et a reçu l'approbation des directions nationales et régionales concernées.

Recueil des données

Evaluation clinique

- Le poids corporel a été évalué à près, en utilisant une balance manuelle (Seca 709, France).
- La taille a été mesurée à près, à l'aide d'une toise fixée au mur.
- L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé par le rapport du poids (en kilogrammes) et de la taille (en mètres) au carré. Les IMC des élèves ont été comparés aux valeurs seuils de l'IMC de (IOTF).
- Le tour de taille (TT) a été mesuré en cm avec un mètre à ruban non élastique appliqué à un point intermédiaire entre la bordure inférieure de la cage thoracique et la crête iliaque et ceci à la fin d'une expiration normale.
- La pression artérielle systolique (PAS) et la pression artérielle diastolique (PAD) ont été mesurées par le médecin scolaire. Le sujet devait être détendu, en position assise et après un repos d'au moins 15 minutes. La pression artérielle a été mesurée 2 fois, sur le bras gauche, avec un intervalle de 10 minutes entre les deux mesures. Si la différence de pression entre la 1^{ème} et 2^{ème} mesure était supérieure à 5 mmHg, une nouvelle série de 2 mesures était réalisée. Les 2 dernières mesures étaient notées sur le questionnaire par l'observateur avec une précision de Hg. La pression artérielle moyenne a été calculée en prenant la moyenne des deux dernières valeurs mesurées.

Evaluation biologique

Les analyses biologiques (glycémie, triglycérides, cholestérol et HDL-cholestérol) ont été effectuées au laboratoire de biochimie de CHU Hédi Chaker Sfax.

Prélèvements de sang

Les prélèvements ont été recueillis sur tubes contenant de l'héparinate de lithium. Les sujets ont été au repos, à jeun depuis 12 heures ayant conservé leur régime alimentaire et leur AP habituelle les jours précédents le prélèvement.

Dosages biologiques

- Les dosages ont été réalisés sur l'analyseur multiparamétrique UnicelTMDXC600 ©Beckman Coulter
- Le dosage de la glycémie a été réalisé avec la méthode enzymatique colorimétrique au glucose oxydase
 - Le dosage de la triglycéridémie a été effectué par méthode enzymatique utilisant le glycérol peroxydase
 - Le HDL-cholestérol a été déterminé par méthode de précipitation au polymère polyanion

Définition du syndrome métabolique

Les sujets ont été classés comme ayant un syndrome métabolique s'ils présentaient une obésité abdominale et d'au moins deux autres facteurs de risque de maladies cardiovasculaires (hypertension artérielle, hypoHDLcholestérolémie, hypertriglycéridémie et

hyperglycémie à jeun) selon les critères de la (IDF) [5]: Pour les adolescents âgés de 14 à 16 ans les critères utilisés sont :

- Tour de Taille ≥ 90 percentile (on a utilisé la référence Française de Rolland-Cachera [12]).
- Taux élevé de triglycérides ≥ 1.7 mmol/L,
- Faibles taux de HDL cholestérol < 1.03 mmol/L,
- Taux élevé de glycémie veineuse à jeun $\geq 5,6$ mmol/L,
- PAS ≥ 130 mmHg ou PAD ≥ 85 mmHg.

Pour les adolescents âgés de plus que 16 ans, on a utilisé les critères de la (IDF) pour l'adulte [3].

Méthodes de surveillance de l'activité physique

L'AP des participants a été mesurée avec des podomètres de type (Digi-Walker SW-200, Tokyo, Japon) financés par l'unité de recherche obésité- syndrome métabolique, CHU Hédi Chaker, Sfax. Le protocole d'utilisation du podomètre a été adopté à partir de quelques études antérieures [13, 14]. Les adolescents recevaient des informations orales et écrites quant à l'utilisation du podomètre et l'importance de ne pas l'oublier et de le porter correctement par l'enseignant responsable. L'appareil a été placé à la taille et attaché à leurs ceintures. Le podomètre doit être enlevé avant de dormir et de se laver. Tous les podomètres ont été vérifiés et leurs batteries ont été changées. Les élèves ont été appelés à porter le podomètre pendant 7 jours consécutifs (jour de week-end et des jours scolaires avec et sans éducation physique) et de faire enregistrer, sur un carnet, leurs pas quotidiens, affichés sur le podomètre. Les résultats écrits ont été également vérifiés sur le podomètre par l'enseignant.

Tous les participants ne font que deux heures d'éducatons physiques par semaine au lycée et ils ne sont pas inscrits dans des association ou clubs sportifs.

Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées sur le logiciel SPSS. Les moyennes des paramètres ont été comparées selon différentes caractéristiques des adolescents à l'aide de tests paramétriques de comparaison de moyennes (test t de Student). Les comparaisons de deux pourcentages ont été faites par des tests du Chi2 ou des tests exacts de Fisher (quand les conditions d'application du test du Chi2 n'étaient pas respectées). Les corrélations entre deux paramètres ont été estimées par le coefficient de corrélation de Pearson. Pour tous les tests effectués, le seuil de signification retenu était de 5 %. Sauf précision, les données sont exprimées en moyenne \pm écart-type ou pourcentage, selon le type de données.

RÉSULTATS

Caractéristiques de la population étudiée

Notre population était composée de 51 adolescents (28

filles et 23 garçons) avec un âge moyen de $16,8 \pm 0,69$ ans, (18 adolescents âgés de 15 à 16 ans et 33 âgés de 16-18 ans). Trente deux (62,7%) étaient obèses et 19 (37,3%) en surpoids.

L'IMC moyen de nos patients était de $31,27 \pm 3,57$ kg/m² et le tour de taille moyen de $95,16 \pm 12,1$ cm. La pression artérielle systolique et diastolique moyenne étaient respectivement de $123,98 \pm 9,3$ mmHg et $68,9 \pm 7,4$ mmHg. La moyenne de mesure de la glycémie à jeun était de $4,55 \pm 0,37$ mmol/l, du HDL cholestérol de $1,09 \pm 0,24$ mmol/l et des triglycérides de $0,91 \pm 0,51$ mmol/l.

Fréquence du syndrome métabolique et de ses composantes

La fréquence des différents critères du SM était : 90,1 % pour l'obésité abdominale, 58,8 % pour l'hypoHDLcholestérolémie, 9,8 % pour l'hypertriglycéridémie, 27,4% pour l'hypertension artérielle et aucun cas de trouble de la tolérance glucidique. Ainsi, selon les critères de l' IDF, le SM était retrouvé dans 21,6% des cas (21,7 % pour les garçons et 21,5 % pour les filles) tableau 1. Cette fréquence était de 15,8% pour les élèves en surpoids et 25% pour les obèses avec ($p=0,04$).

Tableau 1: Fréquence des anomalies métaboliques chez nos participants selon le sexe

Paramètres	Total	Garçons	Filles
Obésité abdominale (%)	91,1	91,3	89,3
Hypertension artérielle (%)	27,4	34,8	21,4
HypoHDLcholestérolémie (%)	58,8	52,2	64,4
Hypertriglycéridémie (%)	9,8	8,7	10,7
Hyperglycémie (%)	0	0	0
Présence de SM (%)	21,6	21,7	21,5

Mesure de l'activité physique par podomètre

La moyenne de pas quotidiens réalisés par les élèves était de $9155,98 \pm 2338,85$ pas/jour avec une différence significative entre les filles et les garçons qui avaient réalisé respectivement ($8464,11 \pm 2058,4$ vs $9998,26 \pm 2425,17$ pas /jour; $p=0,011$). La mesure de pas quotidiens par podomètre avait montré également que les sujets avec SM marchaient significativement moins de pas/jours par rapport à ceux qui n'avaient pas de SM ($7365,91 \pm 1505,65$ vs $9648,25 \pm 2297,726$ pas /jour, $p=0,03$).

La Figure 1 nous montre la différence dans le nombre de pas par jour entre les participants qui avaient ou non un SM et ceci pour un jour d'école sans éducation physique (EP), jour d'école avec EP et un jour de week-end. De plus, la figure 2 nous illustre les résultats de corrélations entre le nombre des pas quotidiens et différents paramètres métaboliques. Nous avons trouvé une corrélation significative et négative avec le TT, la pression artérielle et les triglycérides.

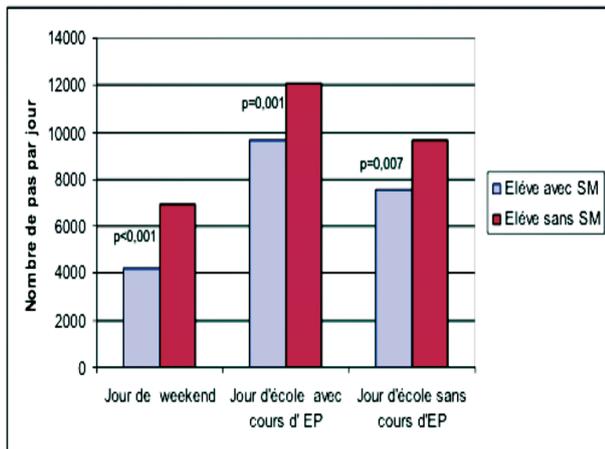


Figure 1: La moyenne des pas par jour des participants lors d'un jour d'école (avec et sans cours d'éducation physique) et le Week-end selon qu'ils avaient ou non un Syndrome Métabolique

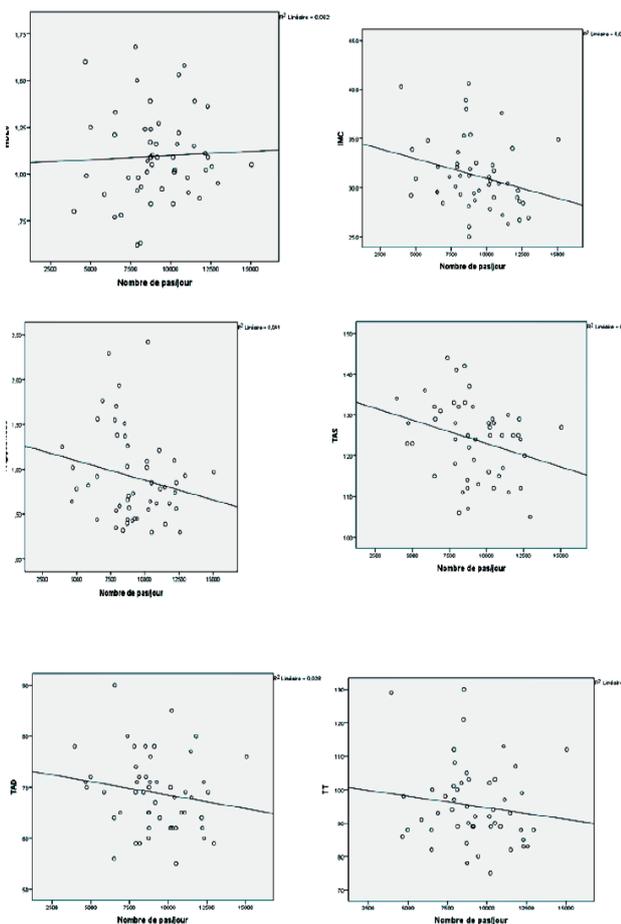


Figure 2 : Les courbes de corrélations entre le nombre des pas quotidiens et les paramètres métaboliques
 IMC : Indice de Masse Corporelle ; TT : Tour de taille ; TAS : Pression Artérielle Systolique ; TAD : Pression Artérielle Diastolique, HDLc: high-densitylipoproteincholesterol

La fréquence des différents critères du SM entre les élèves qui avaient une moyenne de pas inférieure et supérieure ou égale au 50^{ème} percentile est présentée dans le tableau 2. La moyenne des pas des deux groupes était respectivement $7314,88 \pm 1472,79$ pas /jour et $10926,27 \pm 1486,333$ pas /jour.

Tableau 2: Fréquence des éléments du SM chez nos participants selon qu'ils ont une moyenne de pas quotidiens au dessus ou au dessous du 50^{ème} percentile

Variables	Percentile du nombre de pas par jour mesurés par podomètre	
	<50 ^{ème} percentile	≥50 ^{ème} percentile
Obésité abdominale (%)	50	50
Hypertension artérielle(%)	75	25
HypoHDLcholestérolémie (%)	53,3	46,7
Hypertriglycéridémie(%)	100	0
Hyperglycémie (%)	0	0
Avec SM (%)	81,8	18,2

DISCUSSION

À notre connaissance, notre étude est la première portant sur l'association entre le SM et la mesure objective de l'AP chez des adolescents en surpoids/obésité en Tunisie. Dans notre échantillon et selon les critères de la (IDF), plus de 20% des adolescents présentaient un SM. La moyenne de pas quotidiens de nos participants était significativement inférieure chez les sujets qui avaient un SM. De plus nous avons constaté une corrélation significative entre le nombre de pas par jour et le tour de taille, la pression artérielle et les triglycérides. Les études de prévalence du SM publiées ont été différentes selon la définition, la population et l'année d'étude, ce qui a entraîné des variations épidémiologiques importantes. Les observations n'ont pas été forcément directement comparables, mais elles ont donné une indication sur l'ampleur de ce désordre métabolique dans la population d'enfants et d'adolescents dans les différents pays [4,14]. En Tunisie, Jamoussi et coll[15] ont révélé, dans un échantillon d'enfants et d'adolescents âgés de 6-18 ans, qu'environ 25% des enfants en surpoids et 35% des obèses présentent un SM. Les données américaines en population générale d'enfants et d'adolescents âgés de 12 à 19 ans indiquent des prévalences de SM de 4,2%; en revanche elles sont de 28.7% chez les sujets en surpoids et obèses [16]. Egalement, Weiss et coll, ont rapporté qu'environ 38,7 % des enfants modérément obèses et 49,7% des enfants avec obésité sévères sont affectés par le SM [5]. Dans notre étude, l'obésité abdominale suivie de l'hypoHDLcholestérolémie étaient les anomalies métaboliques les plus fréquentes, ce qui est en accord avec certaines études [16, 17, 18, 19]. L'augmentation de la

prévalence de l'obésité abdominale en Tunisie est probablement due d'une part aux changements des habitudes alimentaires traditionnelles; riches en céréales, en fruits et légumes par des aliments riches en acides gras. D'autre part, par un mode de vie, plus sédentaire et marqué par une nette diminution de l'activité physique (AP) habituelle et de l'activité sportive [20,21].

Les données transversales et longitudinales illustrent l'importance de l'AP habituelle dans la prévention de l'obésité et du SM chez l'enfant et l'adolescent [6,7,8]. La mesure de l'AP par podomètre dans notre échantillon a bien révélé que nos adolescents sont peu actifs. En effet, une moyenne de 9654,3 pas / jour pour les garçons et 8746,64 pas / jour pour les filles suggèrent que nos participants n'avaient pas atteint les 10 000 pas / jour, moyenne de pas quotidiens reconnue comme un indicateur d'un mode de vie actif [22]. De plus, les sujets en surcharge pondérale ont une AP moins élevée que les sujets de poids normal [22, 23,24]. Les publications récentes sur la mesure d'AP pour les adolescents préconisent une moyenne entre 10.000-11700 pas/jour [23]. De ce fait, Adams et coll [24] ont suggéré que les adolescents en surpoids et qui atteignent cette moyenne sont susceptibles de respecter les recommandations de 60 minutes accumulées d'Activité Physique d'Intensité Modérée à Intense (APMI).

Nous avons bien démontré dans notre étude que la moyenne des pas de nos participants était significativement inférieure chez les sujets avec SM et ceci aussi bien pour un jour d'école qu'en jour de week-end. Ce résultat est en accord avec d'autres publications qui ont relevé également qu'en comparaison à la population générale, les sujets atteints de SM font moins d'AP [25,26]. De Tudor-Locke et coll[22] ont constaté que la prévalence du SM est inférieure dans les populations marchant plus de 10.000pas /j. Aussi, Villanova et coll. [27] ont noté que l'augmentation du nombre de pas quotidiens pourrait réduire le pourcentage de patients présentant les critères du SM.

L'accumulation de pas quotidiens mesurés par podomètre est variable selon le jour de la semaine et la saison de l'année [28]. En fait, nous avons constaté que nos participants étaient moins actifs le jour de week-end par rapport au jour d'école. Au cours du week-end, nos sujets avec SM avaient une activité inférieure à 5000 pas ce qui peut être considéré d'après Tudor Locke et coll comme un index d'inactivité et de comportement sédentaire [22]. Cette réduction importante d'AP le jour de Week-end a été notée dans d'autres études portant sur des enfants et adolescents obèses [28]. Ce résultat pourrait être rendu au fait que le nombre de pas accumulés par le transport actif et d'autres activités scolaires pendant les jours d'école n'est pas compensé le week-end par d'autres activités.

Les bénéfices d'une AP régulière sur les différents composants du SM sont bien démontrés [6, 7, 8, 25, 26].

Ainsi, selon l'étude de Katzmarzyk et coll. la prévalence du SM dans une population de 621 personnes sédentaires a diminué de 30,5% suite à un programme d'AP régulier [29].

Nos résultats apportent également une preuve supplémentaire sur l'intérêt de l'AP sur les différents composants du SM. En effet, nous avons trouvé une corrélation inverse entre l'augmentation du nombre de pas/jour et la diminution du TT. Ce résultat est cohérent avec l'étude de Chan et coll. [30]. Des études récentes ont démontré que même en l'absence de perte de poids ou sa diminution très modeste, l'AP pourrait induire des modifications du TT et de la masse grasse viscérale (MGV) [31,32]. Il semblerait que l'AP engendre une perte de la MGV supérieure à celle de la MG sous cutanée [31]. Ceci peut être expliqué par le fait que l'adiposité viscérale est reliée indépendamment à tous les composants du SM [33]. Nos résultats sont également en concordance avec l'étude de Kelishadi et coll, qui a porté sur des enfants et des adolescents âgés de 6 à 18 ans et qui a démontré que l'augmentation de l'AP est associée à la fois à la diminution du TT et des triglycérides [7]. L'état actuel des connaissances ne permet pas d'affirmer avec certitude si l'AP peut augmenter les faibles concentrations de HDL-C ou diminuer les concentrations élevées des triglycérides chez les personnes obèses ou en surpoids et/ou atteintes d'un SM. En fait, la méta-analyse de Kelley et coll, portant sur 13 études randomisées, réalisées chez les personnes obèses ou en surpoids a démontré que l'augmentation de l'AP met en avant uniquement une diminution significative des triglycérides [34]. Par contre, Hardman et coll, dans sa revue de la littérature portant sur les personnes dyslipidémiques obèses ou en surpoids, ont montré que l'AP induirait, par rapport aux contrôles, une diminution significative des triglycérides, et une augmentation du HDL-C [35]. Il paraît que les facteurs génétiques et les modalités d'entraînement sont bien impliqués dans la détermination de l'importance des bénéfices. En effet, Halverstadt et coll. stipulent que le gène de la lipase endothéliale expliquerait la variabilité interindividuelle des réponses du HDL-C à l'exercice physique [36]. Par contre, Johnson et coll. ont observé qu'une AP d'intensité modérée diminuerait davantage les triglycérides chez les personnes atteintes du SM. Alors, qu'une quantité d'entraînement supérieure permettrait une augmentation plus importante des HDL-C [32].

Par ailleurs, nos données sont en accord également avec certaines études observationnelles synthétisées qui ont démontré une relation inverse entre le niveau d'AP et l'augmentation de la pression artérielle [34,37,38]. Cependant, en contradiction avec l'étude de Tudor-Locke [13] nous n'avons pas trouvé de corrélation significative entre le nombre de pas/jour et la glycémie à jeun. A noter que Mercier et coll, ont constaté que l'AP régulière permet d'améliorer le taux de glucose à jeun. Alors que, quelques jours (cinq jours ou plus) d'inactivité réduisent très

significativement l'augmentation de la sensibilité à l'insuline et le captage musculaire du glucose induite par la pratique d'une AP [39]. A cet effet, certaines données suggèrent que l'atteinte des recommandations de 60 mn/jour d'AP d'intensité modéré à intense est donc de nature à préserver l'intégrité métabolique des adolescents au moyen d'une régulation efficace et directe passant par l'amélioration des composantes du SM ou indirectement par l'amélioration de la condition physique et du contenu des adipocytes [40].

Notre étude a certaines limites. Tout d'abord, la taille de notre échantillon n'était pas représentative pour montrer la prévalence du SM et la mesure de l'AP chez les adolescents en surpoids et obèses dans toute la ville de Sfax. Aussi, dans notre analyse, nous n'avons pas pris en considération l'effet des différents facteurs de risques qui pourraient être associés avec le SM tels que les facteurs génétiques, les habitudes alimentaires et le statut socio-économique des participants.

Enfin, l'utilisation du podomètre comme outil de mesure de l'AP peut également se présenter comme une limite. En effet, il ne permet pas de mesurer certaines activités

et ils ne donnent pas d'informations sur l'intensité des activités. Malgré toutes ces limites, nos résultats pourraient contribuer à l'estimation de la prévalence du SM et de ses composants ainsi que son association avec l'AP chez les adolescents en surpoids et obèses âgés de 15 à 18 ans dans la ville de Sfax.

CONCLUSION

Les prévalences élevées du SM chez nos adolescents en surpoids ou obèses justifient l'identification précoce de ce syndrome dans cette population. Egalement, nos résultats apportent une preuve supplémentaire que l'AP régulière constitue un moyen thérapeutique à part entière pour les jeunes obèses ou en surpoids et/ou atteintes d'un SM. Ainsi, l'implémentation des programmes d'amélioration du niveau d'AP chez les jeunes est fortement recommandée. Ceci, sera sans doute faisable à travers le changement du mode de vie des jeunes et la promotion de leurs AP quotidiennes et sportives.

REFERENCES

1. Beilin L, Huang RC. Childhood obesity, hypertension, the metabolic syndrome and adult cardiovascular disease. *ClinExpPharmacol Physiol.* 2008; 35:409-411.
2. Kelishadi R. Childhood Overweight, Obesity, and the Metabolic Syndrome in Developing Countries. *Epidemiol Rev.* 2007;29:62-76.
3. Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet.* 2007; 369:2059-2061.
4. Ekelund U1, Anderssen S, Andersen LB, Riddoch CJ, Sardinha LB, Luan J et al. Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J ClinNutr.* 2009; 89:90-96.
5. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med.* 2004; 350:2362-74.
6. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet.* 2006; 368:299-304.
7. Kelishadi R, Razaghi EM, Gouya MM, Ardalan G et al. CASPIAN Study Group. Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study. *Horm Res.* 2007;67:46-52.
8. Jago R1, Wedderkopp N, Kristensen PL, Møller NC, Andersen LB, Cooper AR et al. Six-year change in youth physical activity and effect on fasting insulin and HOMA-IR. *Am J PrevMed.* 2008; 35:554-60.
9. Strath S, Swartz A, Parker S, Miller N, and Cieslik L. Walking and Metabolic Syndrome in Older Adults. *J Phys Act Health.* 2007; 4: 397-410.
10. Regaieg S, Charfi N, Kamoun M, Ghroubi S, Rebai H, Elleuch H et al. The effects of an exercise training program on body composition and aerobic capacity parameters in Tunisian obese children. *Indian J EndocrinolMetab.* 2013; 17:1040-5.
11. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320: 1240-1243.
12. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F. Waist circumference values in French boys and girls aged 6 to 16 years. *Int J Obesity.* 2001;25:132.
13. Tudor-Locke C, Lee SM, Morgan CF, Beigle A, Pangrazi RP. Children's pedometer-determined physical activity during the segmented school day. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1732-38.
14. Tudor-Locke C, McClain JJ, Hart TL, Sisson SB, Washington TL: Expected values for pedometer-determined physical activity in youth. *Res Q Exerc Sport.* 2009; 80:164-74.
15. Jamoussi H, Mahjoub F, Sallemi H, Berriche O, Ounaissa K, Amrouche C et al. Metabolic syndrome in Tunisian obese children and adolescents. *Tun Med* 2012; 90: 36 – 40.
16. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch PediatrAdolesc Med* 2003; 157, 821-827.
17. Singh R, Bhansali A, Sialy R, Aggarwal A. Prevalence of metabolic syndrome in adolescents from a north Indian population. *Diabet Med*2007;24:195-9.
18. Li Y, Yang X, Zhai F, Kok FJ, Zhao W, Piao J et al. Prevalence of the metabolic syndrome in Chinese adolescents. *Br J Nutr* 2008; 99:565-570.
19. Nasreddine L, Ouajjan K, Mansour M, Adra N, Sinno D, Hwalla N. Metabolic syndrome and insulin resistance in obese prepubertal children in Lebanon: A primary health concern. *Ann NutrMetab* 2010; 57:135-42.
20. Regaieg S, Charfi N, Trabelsi L, Kamoun M, Feki H, Yaich S et al. Prevalence and risk factors of overweight and obesity in a population of school children in urban areas Sfax, Tunisia. *Pan Afr Med J* 2014; 25: 17-57.
21. Ben Romdhane H, Haouala H, Belhani A, Drissa H, Kafsi N, Boujnah R et al. Epidemiological transition and health impact of cardiovascular disease in Tunisia. *Tun Med* 2005; 83:1-7.

22. Tudor-Locke C, Bassett DR. How Many steps/day are enough? Preliminary Pedometer indices for public health. *Sports Med* 2004; 3: 1-8.
23. Tudor-Locke C, Craig C, Beets M, Belton S, Cardon G, Duncan S et al. How many steps/day are enough? For children and adolescents. *Int J BehavNutrPhys Act* 2011; 8- 78.
24. Adams MA, Caparosa S, Thompson S, Norman GJ. Translating physical activity recommendations for overweight adolescents to steps per day. *Am J Prev Med* 2009; 37:137-40.
25. Dubose K.D, AddyC.L , AinsworthB.E. , HandG.A , DurstineJ.L. The relationship between leisure-time physical activity & the metabolic syndrome: An examination of NHANES III, 1988-1994. *J PhysAct Health* 2005; 2:470-487.
26. Palaniappan L, Carnethon MR, Wang Y, et al. Predictors of the incident metabolic syndrome in adults:the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Diabetes Care* 2004;27:788-93.
27. Villanova N, Pasqui F, Burzacchini S, Forlani G, Manini R, Suppini A et al. A physical activity program to reinforce weight maintenance following a behavior program in overweight/obese subjects. *International Journal of Obesity* 2006; 30: 697-703.
28. Tudor-Locke C.E, Bassett D.R et al. A preliminary study of one year of pedometer self-monitoring. *Annals of Behavioral Medicine* 2004; 28: 158-62.
29. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, Skinner JS, RaoDC, Rankinen T et al . Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35:1703-9.
30. Chan CB, Ryan DAJ, Tudor-Locke C.Health benefits of a pedometer-based physical activity intervention in sedentary workers. *Preventive medicine* 2004; 39: 1215-22.
31. Christiansen T, PaulsenSK, Bruun JM, Overgaard K, Ringgaard S, Pedersen SB et al. Comparable reduction of the visceral adipose tissue depot after a diet-induced weight loss with or without aerobic exercise in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. *Eur. J. Endocrinol* 2009 ; 160:759-6.
32. Johnson JL, Slentz CA, Houmard JA, et al. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). *Am J Cardiol* 2007; 100 : 1759-66.
33. Giannopoulou I, Ploutz-Snyder LL, Carhart R, Weinstock RS, Fernhall B, Gouloupoulou S, Kanaley JA. Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2005; 90(3):1511-8.
34. Kelley GA, Kelley KS, Vu Tran Z. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes (Lond)*. 2005; 29(8):881-93.
35. Hardman AE. Physical activity, obesity and blood lipids. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1999;23Suppl 3:S64-71.
36. Halverstadt A, Phares DA, Ferrell RE, Wilund KR, Goldberg AP, Hagberg JM. High-density lipoprotein-cholesterol, its subfractions, and responses to exercise training are dependent on endothelial lipase genotype. *Metabolism*. 2003; 52(11):1505-11.
37. Fagard RH. Physical activity in the prevention and treatment of hypertension in the obese. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(11 Suppl):S624-30
38. Swartz AM, Stath SJ, Bassett Jr DR, Moore JB, Redwine BA, Groër M, Thompson DL. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. *Preventive medicine.* 2003; 37(4): 356-362
39. Mercier J, Perez-Martin A, Bigard X, Ventura R. Muscle plasticity and metabolism: effects of exercise and chronic diseases. *Molecular Aspects of Medicine.*1999; 20(6):319-73.
40. Guinhouya BC, Samouda H, Zitouni D, Vilhelm C, Hubert H. Evidence of the influence of physical activity on the metabolic syndrome and/or on insulin resistance in pediatric populations: a systematic review. *Int J PediatrObes.* 2011;6 (5-6):361-88.