

État des connaissances sur les comportements sédentaires

Guillaume Chevance^{1,2}, Aude Marie Foucaut³, Paquito Bernard^{4,5,6}

Disponible sur internet le :

1. Université de Montpellier, laboratoire Epsilon, EA 4556, dynamique des capacités humaines et des conduites de santé, 34000 Montpellier, France
2. Les Cliniques du Souffle, Groupe 5-Santé, 34700 Lodève, France
3. Sorbonne Paris Cité, université Paris 13, laboratoire éducation et pratiques de santé, EA 3412, 75013 Paris, France
4. Université Laval, École de psychologie, Québec, Canada
5. CHU de Québec, université Laval, centre de recherche, Québec, Canada
6. Université Laval, centre de recherche sur le cancer, Québec, Canada

Correspondance :

Guillaume Chevance, UFR STAPS de Montpellier, 700, avenue du Pic-Saint-Loup, 34090 Montpellier, France.
guillaumechevance@hotmail.fr

■ Points essentiels

Un comportement sédentaire est défini formellement comme une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique $\leq 1,5$ équivalents métaboliques en position assise ou allongée. Les dernières données épidémiologiques rapportent qu'en Amérique du Nord et en Europe, les citoyens passent entre 8 et 11 heures assis par jour.

Les comportements sédentaires et d'activité physique peuvent coexister chez un même individu. Il est en effet possible de passer beaucoup de temps assis chaque jour tout en respectant les recommandations en matière d'activité physique régulière.

Les effets néfastes des comportements sédentaires sur différents indicateurs de santé s'exercent même lorsque les individus sont actifs physiquement.

Les altérations physiologiques liées aux comportements sédentaires seraient principalement d'ordre métabolique.

Interrompre régulièrement ses comportements sédentaires a des effets favorables sur la santé, indépendamment du temps total passé assis.

De nombreuses perspectives d'interventions pour réduire la sédentarité des Français sont à imaginer. Certains pays ont déjà lancé des programmes de prévention à grande échelle sur des publics cibles.

■ Key points

State of knowledge on sedentary behaviors

Sedentary behaviors refer to any waking activity characterized by an energy expenditure ≤ 1.5 metabolic equivalent and a sitting or lying posture.

Recent epidemiological data reported that in North America and Europe, citizens spend between 8 and 11 hours sitting per day. Sedentary behaviors and physical activity can coexist in the same person. It is possible to spend a lot of time sitting each day while completing recommendations for regular physical activity. Adverse health effects of sedentary behaviors are in part independent of the physical activity level. The physiological implications associated with sedentary behaviors are mainly metabolic. Regularly interrupting the sedentary behavior has favorable effects on health, regardless the total time spent sitting. Many interventional perspectives for reducing sedentary behaviors in France can be envisaged. Some countries have already launched interesting large-scale prevention programs.

Avant-propos

Lorsque l'on procède à une rapide recherche du terme « sedentary [title] » dans la base de recherche PubMed, on remarque qu'en 2014 plus de 400 articles contenant ce mot clé dans le titre ont été publiés, soit environ deux fois plus qu'en 2012, et l'année 2015 devrait suivre ces tendances à la hausse. Souvent employé à mauvais escient dans la littérature scientifique et le langage courant, le concept de sédentarité suscite de plus en plus l'intérêt des chercheurs que ce soit en physiologie, en psychologie ou encore en épidémiologie. Bien que souvent confondu avec l'inactivité physique, de récentes études examinant les liens entre ces concepts ont contribué à faire de la sédentarité une thématique de recherche à part entière et en pleine expansion. Par conséquent, l'objectif de cet article est de fournir une vision holistique et actualisée du concept de sédentarité. Précisément, sur la base d'une revue de littérature narrative, cet article vise à démontrer que la sédentarité est un concept bien distinct de l'inactivité physique tant sur le plan comportemental que concernant ses effets observés sur la santé. En conclusion, nous ferons état des perspectives scientifiques et appliquées attachées à ce champ d'étude.

Définition des concepts

Si l'activité physique (AP) est définie comme « l'ensemble des mouvements corporels produits par la mise en action des muscles squelettiques, entraînant une dépense d'énergie au-delà de la dépense de repos dont l'intensité varie de faible à élevée » [1], l'inactivité physique et la sédentarité ont fait l'objet de confusions dans la littérature scientifique et le langage courant [2]. Pour pallier cette inconsistance, un réseau international de recherche sur les comportements sédentaires a récemment recommandé de définir de façon formelle :

- la sédentarité comme « une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique $\leq 1,5$ équivalents métaboliques (METs) en position assise ou allongée » ;
- l'inactivité physique comme « un niveau insuffisant d'AP, c'est-à-dire n'atteignant pas le seuil d'AP recommandé par les

sociétés savantes » (soit en moyenne 150 minutes d'activité physique de type aérobie à une intensité modérée, ou 75 minutes à intensité vigoureuse, associées à deux séances de renforcement musculaires par semaine) [3].

Ainsi, sur un continuum illustrant la dépense énergétique d'un individu d'âge et de corpulence moyenne, une dépense de 1 MET correspond à une position de repos, soit une consommation moyenne de 3,5 mL O_2 /min/kg [4] ; une dépense énergétique inférieure à 1,5 METs correspond à une position assise ; une dépense énergétique entre 1,5 à 3 METs correspond à une AP dite de faible intensité comme une marche lente, ou déambulation, inférieure à 1 km/h environ ; au-dessus de 3 METs, pour un adulte sain de corpulence moyenne, la dépense énergétique correspond à une AP dite « modérée », comme une marche rapide entre 2 et 5 km/h ou encore certaines tâches domestiques ; enfin, une dépense énergétique supérieure à 6 MET correspond à une AP vigoureuse, caractérisée par exemple par une marche à plus de 6,5 km/h. Précisément, la valeur du MET est fonction de la condition physique, de l'âge, du sexe, et de la charge pondérale des sujets [5]. Ainsi, les vitesses et types d'activité proposées en exemple indiquent une correspondance pour un sujet adulte, masculin, normo-pondéré, et de condition physique moyenne. Par ailleurs, des facteurs de corrections de l'intensité en MET ont été proposés pour une estimation précise de l'intensité d'activité physique modérée et vigoureuse ainsi que les activités de faibles intensités et les comportements sédentaires, en fonction des différentes caractéristiques des individus [5,6]¹.

¹ En pratique, la mesure la plus fiable des différents comportements sédentaires fait appel à des outils de mesure objectifs, tels que les accéléromètres ou inclinomètres [7]. Cependant, en fonction des moyens à disposition, des chercheurs et des objectifs de l'étude, des questionnaires spécifiques aux comportements sédentaires ont été récemment développés [8]. Ces derniers peuvent venir compléter des mesures auto-rapportées de l'AP qui souvent n'incluent qu'un ou deux items sur les comportements sédentaires. Sur ce sujet, voir le numéro spécial d'août 2015 «Don't Just Sit There – Do Something!» de la revue *Measurement in Physical Education and Exercise Science* portant spécifiquement sur la mesure de la sédentarité...

Données épidémiologiques actuelles sur la sédentarité

Sur la base d'une définition commune de la sédentarité [3], des études européennes et nord-américaines ont révélé qu'en moyenne les deux tiers de notre temps d'éveil seraient consacrés à des comportements sédentaires, soit pour un adulte moyen entre 8 heures et 11 heures quotidiennement [9,10]. En France, une récente étude transversale, réalisée sur une cohorte de plus de 30 000 adultes âgés en moyenne de 45 ans et ayant une activité professionnelle, estimait (par mesure auto-rapportée) à environ 12 heures le temps moyen passé en position assise lors d'une journée de travail, et 9 heures lors d'une journée de congé [11]. Ainsi, en fonction de nos activités professionnelles ou de loisirs, la sédentarité se répartit dans de nombreux moments de la vie quotidienne incluant les transports passifs, le travail ou encore les moments de détente [12]. Cependant, l'ensemble de ces temps quotidiens sont à distinguer de la pratique d'AP accumulée par une personne.

Sédentarité et activité physique : des comportements qui peuvent coexister

Récemment, une revue de littérature a examiné les relations existantes entre la pratique d'AP et les comportements sédentaires d'adultes âgés de 18 à 60 ans [13]. Ce travail rapportait les résultats de 20 études transversales et 6 prospectives comportant une mesure objective ou auto-rapportée de l'AP et des comportements sédentaires. Trois d'entre elles concernaient des personnes ayant une maladie chronique. La majorité des études mesuraient la sédentarité à travers différents indicateurs : temps passé devant la télévision, temps assis, temps « écran », et temps total accumulé de comportements sédentaires. Les résultats indiquaient majoritairement que les comportements sédentaires et l'AP étaient, de façon significative, inversement associés. Toutefois, les coefficients de corrélation rapportés étaient faibles à modérés ($-0,03 < r < -0,66$).

Si ces résultats ne nous permettent pas d'inférences causales, ils étayaient l'hypothèse selon laquelle il est possible chez un même individu de retrouver différents « patterns comportementaux » en matière d'AP et de sédentarité. Ainsi, potentiellement une personne peut être considérée comme :

- active et non sédentaire, comme par exemple un enseignant en activité physique adaptée (APA), toute la journée actif à conduire des séances d'APA auprès de patients et n'accumulant pas de temps sédentaires hors de son travail ;
- active et sédentaire, par exemple un chercheur en sciences de l'exercice, assis une grande partie de sa journée devant son ordinateur à rédiger des articles mais soucieux, de suivre les recommandations en matière d'AP [14] ;
- non active et non sédentaire, comme le cas d'une infirmière, debout au chevet des patients l'ensemble de sa journée mais

ne pratiquant pas d'AP modérée à vigoureuse lors de ses loisirs ;

- enfin non active et sédentaire, telle qu'une personne ayant un activité professionnelle de bureau et n'atteignant pas le seuil d'AP recommandé.

Récemment, une étude réalisée auprès d'adultes français âgés en moyenne de 44 ans a confirmé en partie ces hypothèses [15]. Dans ce travail, les auteurs mettaient en évidence cinq profils de groupe différents : un premier 41 % de l'échantillon total se caractérisait par un niveau faible d'AP totale et un niveau faible de sédentarité ; un second (22 %), par un niveau faible d'AP, associé à un niveau de sédentarité moyen ; un troisième (15 %), par un niveau faible d'AP totale et un niveau important de sédentarité ; un quatrième (17 %), par un niveau important d'AP totale, et un niveau moyen de sédentarité ; enfin, un cinquième profil (5 %) était caractérisé par un niveau élevé d'AP totale associé à un niveau faible de sédentarité. [15].

Sur la base de ces études, la sédentarité et l'AP apparaissent comme des comportements bien distincts pouvant être observés simultanément chez un même individu. Par conséquent, d'autres études ont été réalisées afin de caractériser leurs effets respectifs et indépendants sur la santé.

Sédentarité et activité physique : des effets en partie indépendants sur la santé

Récemment, Biswas et al. [16] ont effectué une revue systématique de la littérature dans le but d'examiner les effets de la sédentarité sur la santé en contrôlant le niveau de pratique d'AP des individus. Quarante-sept études, majoritairement prospectives, ont été incluses dans ce travail. Les résultats des méta-analyses révélaient qu'en contrôlant la pratique d'AP modérée à vigoureuse, l'âge, le sexe, le statut socio-économique et matrimonial et le type de « complémentaire de santé » des individus : les comportements sédentaires étaient significativement associés à différents marqueurs de santé. Ainsi, une sédentarité importante est associée à un risque accru de développement de pathologies cardiovasculaires (RR, 1,14 [IC, 1,00-1,30]), de cancer (RR, 1,13 [IC, 1,05-1,21]), de diabète de type 2 (RR, 1,91 [IC, 1,64-2,22]) et à une augmentation du nombre d'hospitalisations (RR, 0,86 [IC, 0,83-0,89]). Des résultats semblables ont été retrouvés pour la mortalité toutes causes confondues (RR, 1,24 [IC, 1,09-1,41]), et la mortalité due à une maladie cardio-vasculaire (RR, 1,18 [IC, 1,11-1,24]) ou un cancer (RR, 1,16 [IC, 1,10-1,22]). Les auteurs concluaient alors à des relations indépendantes entre AP, sédentarité et santé. Cependant, les relations entre ces comportements et les différents indicateurs de santé n'étaient pas strictement indépendantes dans toutes les études. En effet, 10 études rapportaient que pour les personnes caractérisées par un niveau élevé d'AP, les risques relatifs entre les comportements sédentaires et la mortalité toute cause confondue étaient 30 % moindre (RR, 1,16 [IC, 0,84-1,59]) que pour les personnes caractérisées par un faible

niveau d'AP (RR, 1,46 [1,22-1,75]). Ainsi, ces études soulignent que l'AP modère les effets délétères de la sédentarité sur la santé mais ne les compensent pas. Enfin, notons que les relations indépendantes entre sédentarité, AP et santé ont été confirmées dans des travaux visant des personnes touchées par un diabète de type 2 [17], un syndrome métabolique et obèses [18,19], un cancer [20], et un niveau de stress élevé [21].

Les implications physiologiques spécifiques aux comportements sédentaires

Les comportements sédentaires étant associés à des effets délétères sur la santé, plusieurs études ont été menées pour caractériser le type d'effets spécifiques que ces comportements pouvaient entraîner. Dans l'ensemble, les travaux actuels mettent en évidence des altérations d'ordre métabolique [22]. Par exemple, Hamburg et al. ont examiné l'effet de 5 jours complets (23,5 heures par jour) en position assise ou allongée chez des adultes volontaires [23]. À l'issue de l'étude, les sujets rapportaient une augmentation significative du cholestérol total, des triglycérides sanguins et de la résistance à l'insuline. Le métabolisme des glucoses était particulièrement affecté puisque les participants connaissaient en moyenne une augmentation de 67 % de la réponse à l'insuline après une prise de glucose délivrée 5 jours après la fin de l'intervention [23]. Sur le plan des mécanismes, cette relation entre sédentarité et dysfonctions métaboliques est parfois expliquée par une diminution de l'activité de la lipoprotéine lipase [22]. En effet, cette lipoprotéine est connue pour faciliter l'assimilation des acides gras libres dans le muscle et le tissu adipeux [24]. Un niveau faible de lipoprotéine lipase est associé à une augmentation du niveau de triglycéride, une diminution du cholestérol HDL et une augmentation des risques cardiovasculaires [24]. De plus, il a été montré chez le rat que les relations entre la lipoprotéine lipase et la sédentarité (non utilisation des membres inférieurs) se distinguaient des relations entre la lipoprotéine lipase et l'AP [24]. En effet, l'inactivité physiologique du muscle – amenant une réduction de l'activité de la lipoprotéine lipase – aurait un effet néfaste principalement sur les fibres musculaires de métabolisme oxydatif. À l'inverse, la pratique d'une AP – induisant une augmentation de l'activité de la lipoprotéine lipase – aurait un effet favorable sur les fibres musculaire de métabolisme glycolytique [24]. Ainsi, ces aspects physiologiques et métaboliques participent à démontrer l'indépendance des effets de l'AP et de la sédentarité sur la santé.

L'accumulation des comportements sédentaires au cours de la journée

D'un point de vue plus qualitatif, plusieurs travaux ont mis en évidence qu'au-delà du temps total de comportement sédentaire, la manière dont il est accumulé à des répercussions spécifiques sur la santé. En effet, deux études transversales ont mis en évidence que des interruptions fréquentes de la

position assise étaient inversement associées au tour de taille, à l'indice de masse corporelle, au taux de triglycéride et de protéine C-réactive, indépendamment du temps total accumulé de comportements sédentaires et de l'AP de l'individu (mesurée objectivement pendant une semaine) [25,26]. De plus, sur le plan expérimental une étude a comparé les effets aigus de « pauses actives » à des intensités faibles (< 3 METs) et modérées (> 3 METs), par rapport à un temps sédentaire non interrompu, sur le glucose postprandial et la réponse à l'insuline d'adultes obèses [27]. Les participants réalisaient les trois conditions expérimentales de 5 heures de façon aléatoire : rester assis durant toute l'expérience (condition expérimentale 1), réaliser 2 minutes de marche lente (3,2 km/h dans cette étude) sur tapis toutes les 20 minutes (condition 2), et réaliser 2 minutes de marche rapide (entre 5,8 et 6,4 km/h) sur tapis toutes les 20 minutes (condition 3). Les résultats mettaient en évidence une amélioration significative des paramètres métaboliques sus-mentionnés pour les deux types de pauses actives par rapport à la condition 1. D'autres études expérimentales ont confirmé l'effet favorable de ces pauses actives concernant d'autres marqueurs, tels que la dépense calorique [28] et l'expression de gènes impliqués dans les fonctions musculaires [29].

Ainsi, ces travaux offrent une piste pratique d'intervention en fractionnant des comportements sédentaires prolongés. À ce jour, certaines initiatives ont été envisagées en réponse à la problématique de la sédentarité.

Exemples d'interventions visant la réduction des comportements sédentaires

Dans le domaine de la santé publique, des chercheurs Australiens ont récemment publié les grandes lignes d'un programme nommé « Stand Up Australia » visant à réduire la sédentarité des employés de bureau [30]. Ce programme intègre des stratégies organisationnelles (sessions d'information sur les effets de la sédentarité, formation et responsabilisation des managers, mise en place de défis ludiques) ; environnementales (initiatives ergonomiques, mise en place de bureau debout) ; et individuelles (interventions motivationnelles spécifiques à la sédentarité).

Concernant des initiatives à une échelle individuelle, une récente méta-analyse [31] a mis en évidence des effets significatifs modestes d'interventions sur la réduction des comportements sédentaires. Précisément, cette méta-analyse incluait des essais randomisés contrôlés ($n = 36$), réalisées auprès de populations adultes, où les comportements étaient mesurés objectivement et par questionnaire. Les résultats indiquaient une réduction moyenne des comportements sédentaires de 22 minutes par jour post-intervention. Les études ciblant spécifiquement une augmentation de l'AP ne semblaient pas avoir d'effet sur les comportements sédentaires. Ces résultats sont modestes et à relativiser puisque parmi ces 36 études, seules

4 identifiaient la réduction de la sédentarité comme un objectif prioritaire. Néanmoins, considérant les limites de cette méta-analyse, ces résultats préliminaires peuvent nous conforter dans la nécessité de développer des interventions spécifiques aux comportements sédentaires dans l'objectif de les réduire.

Perspectives scientifiques et appliquées

En perspective, l'ensemble de ces résultats préliminaires ouvrent des pistes de recherches interdisciplinaires importantes. Premièrement, d'autres études épidémiologiques sont nécessaires pour développer, au même titre que l'AP, des recommandations précises en matière de réduction de la sédentarité, par exemple en travaillant à l'identification d'un seuil critique quotidien à ne pas dépasser. À ce sujet, le Royaume-Uni vient d'établir des recommandations à destination des travailleurs assis, indiquant par exemple la nécessité d'accumuler entre 2 et 4 heures d'AP de faible intensité par jour de travail [32]. Ces recommandations restent néanmoins à affiner sur la base d'études empiriques et à spécifier en fonction de populations cibles (c'est-à-dire en fonction de l'âge, du sexe, de l'état de santé). Deuxièmement, au niveau collectif, des actions de santé publique à l'image du programme « Stand Up Australia » sont à envisager. Particulièrement en France, si la dernière version du PNNS (2009–2015) décrit bien la sédentarité comme un comportement distinct de l'AP, ce plan reste évasif sur les stratégies ou actions à mener pour réduire ces comportements (dans le domaine de l'ergonomie ou encore l'éducation à la santé spécifique aux comportements sédentaires). Troisièmement, au niveau individuel, des recherches en psychologie de la santé, science de l'éducation ou encore en santé publique sont nécessaires pour comprendre quels sont les déterminants spécifiquement associés à la diminution des comportements sédentaires (outre ceux déjà étudiés dans le cadre de la promotion de l'AP). Enfin, sur le plan de la formation initiale et continue des professionnels médicaux (médecins, infirmiers et pharmaciens), paramédicaux (masseurs-kinésithérapeutes, psychomotriciens, ergothérapeutes), ou de l'activité physique (enseignants en APA) il semble important de communiquer sur ces distinctions pour que, à terme, des conseils pertinents soient promulgués en

population générale et auprès des personnes à besoins spécifiques.

Conclusion – synthèse de la mise au point

L'objectif de cet article était de fournir une vision holistique du concept de sédentarité en décryptant une littérature actuelle en pleine expansion que ce soit en sciences de la vie ou en sciences humaines. Au travers de cette mise au point, nous avons vu qu'il existait des définitions formelles, encore trop peu utilisées, de la sédentarité et de l'inactivité physique. Par ailleurs, les études présentées ont mis en évidence que les comportements sédentaires constituaient une part importante de notre quotidien, indépendamment de notre pratique d'AP. Par ailleurs, des chercheurs ont identifié des effets indépendants sur la santé de ces deux comportements. Concrètement, il a été démontré que la sédentarité était associée à des effets délétères sur la santé même lorsqu'on contrôlait le niveau de pratique d'AP des individus. Sur la base de ces résultats, des interventions ayant pour objectif spécifique de réduire les comportements sédentaires ont vu le jour. Néanmoins, de nombreux travaux restent à mener pour établir des recommandations de santé publique précises et envisager la diffusion de ces notions en population générale et auprès des personnes à besoins spécifiques. De façon indéniable, une diffusion efficace de ces messages spécifiques de santé devra s'envisager par une formation actualisée des professionnels de santé et de l'activité physique concernant les particularités de l'AP, de l'inactivité physique et des comportements sédentaires.

Remerciements : le premier auteur remercie chaleureusement les membres du conseil de recherche des Cliniques du Souffle pour leurs remarques pertinentes lors de la naissance de ces réflexions, ainsi que Aude Lesaichere pour sa relecture attentive du manuscrit.

Source de financements : P. Bernard est soutenu par une bourse postdoctorale des Fonds de recherche santé au Québec et du Psychological Oncology Research Training.

Déclaration de liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- [1] Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100(2):126–31.
- [2] Hamilton MT, Healy GN, Dunstan DW, Zderic TW, Owen N. Too little exercise and too much sitting: inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Curr Cardiovasc Risk Rep* 2008;2(4):292–8.
- [3] Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;37:543–5.
- [4] Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1575–81.
- [5] Wilms B, Ernst B, Thurnheer M, Weisser B, Schultes B. Correction factors for the calculation of metabolic equivalents (MET) in overweight to extremely obese subjects. *Int J Obes* 2014;38(11):1383–7. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2014.22>.

- [6] Mansoubi M, Pearson N, Clemes SA, Biddle SJH, Bodicoat DH, Tolfrey K, et al. Energy expenditure during common sitting and standing tasks: examining the 1.5 MET definition of sedentary behaviour. *BMC Public Health* 2015;15:516.
- [7] Carr LJ, Mahar MT. Accuracy of intensity and inclinometer output of three activity monitors for identification of sedentary behavior and light-intensity activity. *J Obes* 2012;460271. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/460271>.
- [8] Rosenberg DE, Norman GJ, Wagner N, Patrick K, Calfas KJ, Sallis JF. Reliability and Validity of the Sedentary Behavior Questionnaire (SBQ) for Adults. *J Phys Act Health* 2010;7:697-705.
- [9] Aresu M, Bécares L, Brage S, Chaudhury M, Doyle-Francis M, Eslinger D, et al. Health Survey for England 2008 Volume 1. Physical activity and fitness. UK: The NHS Information Centre for Health and Social Care; 2009.
- [10] Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *Am J Epidemiol* 2008;167:875-81.
- [11] Saidj M, Menai M, Charreire H, Weber C, Enaux C, Aadahl M, et al. Descriptive study of sedentary behaviours in 35,444 French working adults: cross-sectional findings from the ACTI-Cités study. *BMC Public Health* 2015;15:379.
- [12] Rhodes RE, Mark RS, Temmel CP. Adult sedentary behavior: a systematic review. *Am J Prev Med* 2012;42(3):3-28.
- [13] Mansoubi M, Pearson N, Biddle SJ, Clemes S. The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: a systematic review. *Prev Med* 2014;69:28-35.
- [14] Ashe MC. Physical activity and workplace sedentary behaviour. *Physiother Can* 2012;64(1):1-3.
- [15] Omorou AY, Coste J, Escalon H, Vuillemin A. Patterns of physical activity and sedentary behaviour in the general population in France: cluster analysis with personal and socioeconomic correlates. *J Public Health* 2015 [pii: fdv080. In press].
- [16] Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2015;162(2):123-32.
- [17] Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia* 2012;55:2895-905.
- [18] Edwardson CL, Gorely T, Davies MJ, Gray LJ, Khunti K, Wilmot EG, et al. Association of sedentary behaviour with metabolic syndrome: a meta-analysis. *PLoS One* 2012;7(4):e34916.
- [19] Chau JY, van der Ploeg HP, Merom D, Chey T, Bauman AE. Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *Prev Med* 2012;54(3-4):195-200.
- [20] Lynch BM. Sedentary behavior and cancer: a systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010;19(11):2691-709.
- [21] Endrighi R, Steptoe A, Hamer M. The effect of experimentally induced sedentariness on mood and psychological responses to mental stress. *Br J Psychiatry* 2015 [pii: bjp.bp.114.150755. In press].
- [22] Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010;35(6):725-40.
- [23] Hamburg NM, McMackin CJ, Huang AL, Shenouda SM, Widlansky ME, Schulz E, et al. Physical inactivity rapidly induces insulin resistance and microvascular dysfunction in healthy volunteers. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2007;27(12):2650-6.
- [24] Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes* 2007;56(11):2655-67.
- [25] Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, Cerin E, Shaw JE, Zimmet PZ, et al. Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care* 2008;31(4):661-6.
- [26] Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW, Winkler EA, Owen N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *Eur Heart J* 2011;32(5):590-7.
- [27] Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, Healy GN, Cerin E, Hamilton MT, et al. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care* 2012;35(5):976-83.
- [28] Swartz AM, Squires L, Strath SJ. Energy expenditure of interruptions to sedentary behavior. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011;8:69.
- [29] Latouche C, Jowett JB, Carey AL, Bertovic DA, Owen N, Dunstan DW, et al. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. *J Appl Physiol* 2013;114(4):453-60.
- [30] Neuhaus M, Healy GN, Fjeldsoe BS, Lawler S, Owen N, Dunstan DW, et al. Iterative development of Stand Up Australia: a multi-component intervention to reduce workplace sitting. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014;11:21.
- [31] Martin A, Fitzsimons C, Jepson R, Saunders DH, van der Ploeg HP, Teixeira PJ, et al. Interventions with potential to reduce sedentary time in adults: systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(16):1056-63. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094524>.
- [32] Buckley JP, Hedge A, Yates T, Copeland RJ, Loosemore M, Hamer M, et al. The sedentary office: a growing case for change towards better health and productivity. Expert statement commissioned by Public Health England and the Active Working Community Interest Company. *Br J Sports Med* 2015;49(21):1357-62. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094618>.