

Recommandations d'activités physiques à des fins préventives

La pratique d'une activité physique exerce-t-elle une action préventive sur la survenue des pathologies ?

Professeur Chantal Simon

EA 1801. Epidémiologie des Maladies Cardiovasculaires et des Cancers. Rôle de la Nutrition et de la Sédentarité.

Faculté de Médecine, Université Louis Pasteur

4 rue Kirschleger

F 67085 Strasbourg Cedex.

e-mail : chantal.simon@medecine.u-strasbg.fr

1. Introduction

De nombreuses données indiquent qu'avec des habitudes alimentaires saines, un mode de vie actif est un élément déterminant de l'état de santé des individus et des populations en général et, plus spécifiquement, de la prévention des pathologies chroniques les plus fréquentes dans les pays industrialisés (Revue in 86, 96, 70, 6, 4, 52). A l'inverse, chez l'adulte, indépendamment de la corpulence et de l'âge, un faible niveau d'activité physique est associé (tableau 1) à une augmentation du risque de mortalité totale, de la morbi-mortalité cardio-vasculaire en général et coronarienne en particulier, à un risque accru de diabète de type 2, d'hypertension artérielle, d'ostéoporose et de certains cancers (côlon et sein) ainsi qu'à certains traits psychologiques (anxiété, dépression). L'activité physique intervient également dans le contrôle du poids et le maintien de l'autonomie chez la personne âgée.

Les données sur la pratique habituelle d'activité physique indiquent que la proportion d'adultes ne pratiquant aucune activité physique est d'environ 17% au niveau mondial auxquels il convient d'ajouter 30 à 50% de sujets pratiquant une quantité d'activité considérée comme insuffisante en terme de santé (96). De façon assez similaire, dans l'enquête française du Baromètre Santé Nutrition 2002, 17% des sujets interrogés n'avaient pratiqué aucune activité physique pendant les loisirs ou dans la vie de tous les jours (marche ou sport) la veille de l'entretien et 18% moins de 30 minutes. Sur ces bases, l'OMS (96) estimait, en 2002, que l'inactivité physique était responsable de 1.9 millions de décès par an

sur le plan mondial, de 10 à 16% des cancers coliques, 15% des diabètes et environ 22% des maladies coronariennes. En combinaison avec une alimentation inadaptée elle aurait représenté, en 2000, 17% des décès aux Etats-Unis, soit la deuxième cause de mortalité après le tabagisme (68).

Soulignons d'emblée que s'il existe un consensus quant à l'existence d'une association bénéfique entre l'activité physique et l'état de santé physique, mental et social (86, 96, 21), le niveau et le type d'activité requis pour observer ces effets ne sont pas tous établis avec certitude et diffèrent probablement selon les pathologies considérées (15). Dans une perspective de santé publique, il convient par ailleurs de garder à l'esprit la nécessité d'adapter les recommandations non seulement en fonction des objectifs de santé recherchés mais également du contexte, des cibles de prévention et des éventuels risques associées à telle ou telle pratique. Ces points sont bien illustrés par l'évolution au cours des dernières décennies des recommandations destinées à la population générale, passées de prescriptions élaborées sur la base d'un modèle de type "entraînement - forme physique et performance" à des recommandations établies dans une perspective de santé publique et correspondant à un modèle de type "activité physique – état de santé".

2. Définitions et généralités

L'activité physique

L'activité physique – tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une augmentation substantielle de la dépense d'énergie au-dessus de la dépense énergétique de repos – inclut tous les mouvements effectués dans la vie quotidienne et ne se réduit évidemment pas à la seule pratique de loisirs ou sportive.

En fonction du contexte, on identifie trois situations principales: 1) l'activité physique lors des activités professionnelles 2) l'activité physique dans le cadre domestique et de la vie courante (transport actif par exemple), 3) l'activité physique lors des activités de loisirs (incluant le sport). Les études épidémiologiques et expérimentales ont, jusqu'à ces dernières années, surtout porté sur l'activité physique pendant le temps libre alors qu'elles ne représentent qu'une petite fraction de la dépense énergétique quotidienne associée à l'activité physique. C'est ne que récemment que l'intérêt de prendre en compte la dépense énergétique liée à l'activité physique de façon plus large, en y incluant celle de la vie de tous les jours et lors des activités professionnelles, a été souligné grâce notamment à l'utilisation de nouvelles technologies telles que les compteurs de mouvements (podomètres ou accéléromètres). Il est évident que la quantité d'activité physique associée à un paramètre de santé (et les recommandations qui pourraient en découler) dépendra du ou des type(s)

d'activités prises en compte. Il convient également de garder à l'esprit que des données portant sur les seules activités de loisirs et établies il y a quelques décennies dans un contexte d'activité physique professionnelle et dans la vie courante élevée ne sont peut-être pas transposables telles quelles à notre contexte sociétal.

Si, par définition, le niveau habituel d'activité physique (« la dose ») peut être exprimée en **dépense d'énergie**, celle-ci présente bien d'autres caractéristiques, telles que **l'intensité** (en pratique le coût énergétique de l'activité en kcal/min), **la durée et la fréquence**, susceptibles de modifier ses effets. Ainsi pour une même quantité d'énergie dépensée, un exercice d'intensité modérée pourra avoir des effets physiologiques et sur la santé différents qu'un exercice d'intensité plus élevée mais de durée plus brève ou un exercice de même intensité et de même durée totale mais réalisé en trois sessions. Ces paramètres, plus difficiles à appréhender à l'échelle de la population ont rarement été pris en compte dans les études épidémiologiques ou expérimentales de longue durée.

On peut également classer les activités selon qu'elles sont réalisées **en endurance ou en résistance**. Nos connaissances concernant le rôle de l'activité physique dans la prévention des pathologies concernent essentiellement les premières. Les données sur les activités en résistance, peu nombreuses, se limitent pour l'essentiel à des études d'intervention de courte durée ou portant sur de petits nombres de sujets.

La condition physique

Il convient de bien distinguer la notion d'activité physique ainsi définie de celles de **condition physique** (« physical fitness »), souvent évaluée à partir de la puissance aérobie maximale (VO_{2max}) des sujets. Cette dernière est bien sûr étroitement liée au niveau de pratique habituelle des sujets, mais dépend également d'autres facteurs individuels, biologiques et probablement génétiques. Toutes deux ont été associées favorablement avec la santé, mais les relations et les mécanismes biologiques sous-jacents peuvent être différents (95).

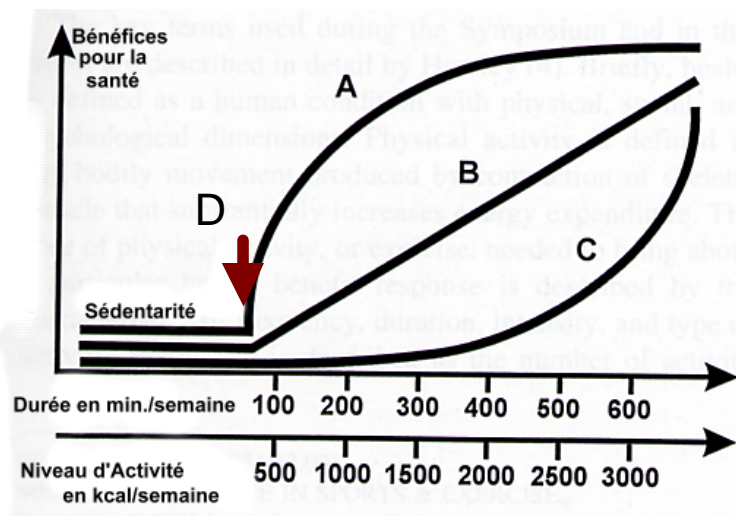
L'inactivité physique et la sédentarité

Les notions d'inactivité physique et de sédentarité sont moins bien définies. L'inactivité physique est souvent évaluée par l'absence d'activité physique de loisirs. Cependant, le comportement sédentaire ne représente pas seulement une activité physique faible ou nulle, mais correspond à des occupations spécifiques dont la dépense énergétique est proche de la dépense de repos, telles que regarder la télévision ou des vidéos, travailler sur ordinateur, lire... Le temps passé devant un écran est actuellement l'indicateur de sédentarité le plus utilisé. Il est maintenant reconnu que l'activité physique et la sédentarité sont deux dimensions différentes et indépendantes, associées respectivement de façon favorable et défavorable à l'état de santé.

Activité physique et santé : quel type de relation ?

En théorie (15, 50), **la relation existant entre la quantité, le niveau d'activité physique (la « dose ») et ses conséquences sur la santé (la « réponse »)** peut correspondre à 3 types de courbes (Figure 1). La courbe B décrit une relation de type linéaire. Cette courbe correspond à celle observée entre l'activité physique et le risque de mortalité précoce. Selon la courbe A, la majorité des bénéfices pour la santé sont déjà obtenus pour des niveaux faibles et modérés d'activité physique habituelle: en particulier, le gain le plus important est obtenu chez les sujets inactifs qui deviennent au moins modérément actifs; le bénéfice supplémentaire obtenu lorsque le niveau de pratique augmente chez les sujets déjà modérément actifs, est moindre. C'est sur cette courbe, observée pour le risque-cardiovasculaire et peut-être le diabète, que sont basées les recommandations actuelles pour la population générale. Selon la courbe C, des niveaux relativement élevés d'activité physique sont nécessaires pour observer un bénéfice qui croît ensuite de façon exponentielle avec l'augmentation de la dose.

Figure 1 : Courbes dose-réponse entre niveau habituel d'activité physique et bénéfices pour la santé (d'après 15)



Un point majeur concerne **la quantité d'activité physique minimale permettant d'obtenir un bénéfice** en termes d'état de santé (le point D sur la figure). Pour les niveaux élevés d'activité physique, le bénéfice potentiel doit aussi être pondéré par les risques d'une pratique très intensive.

Les autres questions concernent les effets propres, à quantité d'énergie dépensée égale, de **l'intensité**, de **la durée** (minimale ?) des sessions, de leur **fractionnement** au cours de la journée (effet cumulatif?), de leur espacement au cours de la semaine ou **fréquence** (15).

Evaluation de « l'évidence »

Les essais randomisés et contrôlés sont le « *gold standard* » pour tester les interventions en clinique et en recherche. De telles approches ne sont cependant pas toujours réalisables, appropriées ni même éthiques à l'échelon des populations, notamment lorsqu'il s'agit de comportements. Dans ces situations, il est nécessaire de s'appuyer sur des études de nature diverses (études d'observations transversales ou longitudinales, cohortes de large envergure, études contrôlées mais non randomisées, approches expérimentales ciblant les mécanismes portant souvent sur de petits nombres de sujets,...) et d'évaluer la concordance ou la discordance des données disponibles afin d'établir la meilleure évidence possible (15). Le niveau d'évidence a été classé selon les niveaux tels que définis par l'ANAESI (1) et présentés dans le tableau II. Chaque fois que cela était possible, le niveau de preuve associé à l'existence d'une relation entre la pathologie considérée et l'activité physique a été complété par une évaluation de la qualité de la relation dose-réponse (50).

3. Activité physique, espérance de vie, prévention des pathologies

Mortalité totale

De nombreuses études de cohorte (revue in 86) concordantes indiquent que **la pratique d'une activité physique régulière et une meilleure capacité cardio-respiratoire sont associées à une diminution de la mortalité globale, chez le sujet jeune comme chez le sujet âgé, chez la femme comme chez l'homme** (la présomption est forte mais en l'absence d'études randomisées et contrôlées, le niveau de preuve est de **grade C**).

Comparés aux sujets les plus actifs, les sujets les moins actifs ont un risque de mortalité au cours du suivi de 1,2 à 2 fois plus élevé (2, 7, 22, 58, 4). L'association avec la condition physique est encore plus forte, probablement en raison de la plus grande précision de cette mesure : dans une étude américaine portant sur 10 244 hommes et 3 210 femmes de plus de 20 ans (13), suivis en moyenne pendant 8,1 ans, une faible condition physique était associée à un risque relatif (RR) de mortalité globale de 3,16 (95% CI : 1.92-5.20) chez les hommes et de 5,35 (95% CI : 2.44-11.73) chez les femmes par rapport aux sujets ayant la meilleure condition physique.

Paffenberger et al (72) ont évalué l'effet prédictif de différents types d'activité rapportée (marche, montée des escaliers, sports, sports d'activité modérée, dépense énergétique liée

à l'activité) chez 16934 anciens étudiants de Harvard suivis 25 ans: le risque de décès pendant le suivi était réduit de 34% avec 15 km de marche par semaine (groupe de référence <5 km par semaine), de 25% avec la montée de 55 étages ou plus par semaine (référence < 20) , de 37% avec la pratique d'activités sportives modérées (référence pas de pratique sportive) et de 53% lors d'une pratique sportive (activités modérées) de plus de 3 heures (référence : moins de 1 heure).

L'étude de 9484 Adventistes âgés de plus de 30 ans suivis pendant 27 ans (62) a permis de montrer que cet effet est observé quel que soit l'âge des sujets et que l'effet protecteur de l'activité physique modérée se maintient après 80 ans. Par ailleurs débiter, même tardivement, une activité physique pour un sujet sédentaire (comparé aux sujets qui restent sédentaires) s'accompagne d'une réduction de la mortalité de 23% dans l'étude des anciens étudiants de Harvard (72) (en comparaison, l'arrêt du tabac dans cette même cohorte est associée à une réduction de la mortalité de 41%). Pour les hommes âgés de 45 à 84 ans au début de l'étude, ceci représente une augmentation de l'espérance de vie de 0.72 ans (71). De façon similaire, dans l'étude ACSL, la réduction du risque de mortalité associée à une amélioration de la condition physique chez des adultes initialement inactifs était de 64 %, soit supérieure à celle de l'arrêt de la consommation de tabac qui était de 50% (12).

Allure de la relation. Lorsqu'elle peut être étudiée (au moins 3 niveaux croissants d'activité physique) une **relation de type dose-réponse inverse linéaire (courbe de type B sur la figure 1)** entre l'activité physique et la mortalité totale est habituellement rapportée (**grade C**) : toute activité physique supplémentaire entraîne un bénéfice supplémentaire pour la santé (50). A titre d'exemple, dans l'étude des étudiants de Harvard (72), il existait une relation linéaire inverse entre les catégories croissantes de marche, d'étages grimpés et de pratique sportive. **L'effet favorable de l'activité physique est observé même pour de faibles niveaux d'activité et des intensités modérées.** La dose minimale n'est pas définie avec précision, mais une activité physique correspondant à la dépense énergétique moyenne obtenue avec **30 minutes quotidiennes d'activité physique d'intensité modérée** (de type marche rapide) est déjà associée à une diminution de 30% de la mortalité par rapport aux sujets inactifs dans différentes populations (50, 4). Il existe quelques données indiquant qu'un volume de 500 Kcal/semaines s'accompagne déjà d'une réduction de la mortalité (58) mais ceci demande à être confirmé. Les données les plus récentes (31, 90) confortent le bénéfice d'une augmentation même modérée de l'activité physique et des activités d'intensité modérée chez les sujets les plus sédentaires initialement. Dans une étude menée à Porto-Rico la pratique d'une activité physique en quantité modérée est associée à une augmentation de l'espérance de vie de 3 ans par rapport celle des sujets les plus sédentaires (22). La marche a un effet protecteur pour des durées supérieures à 40

minutes par jour (RR de 0.48). Le jardinage modéré ou intense est également protecteur mais pas le jardinage léger. Les sujets inactifs devenus modérément actifs ont eu une réduction de risque de 42% de la mortalité cause par rapport aux sujets restés inactifs (RR=0.58 ; 95%CI 0.33 -1.06).

Maladies cardiovasculaires

Plusieurs revues (7, 83, 86, 92) et 2 méta-analyses (8, 73) portant sur plus de 50 études de cohorte, avec pour certaines un suivi de 26 ans, concluent qu'**indépendamment de l'âge et du sexe, l'activité physique est fortement et inversement associée avec le risque de mortalité cardiovasculaire et avec le risque d'événements coronariens majeurs (grade C)**. Alors que les premières études, dont la première menée auprès des contrôleurs et conducteurs de bus anglais au début des années 1950 (69), portaient exclusivement sur l'activité professionnelle, les études plus récentes ont pris en compte différents type d'activité physique rapportée par questionnaires (y compris pour certaines d'entre elles des activités de la vie de tous les jours) et ont contrôlé statistiquement un très grand nombre de facteurs potentiellement confondants. L'ensemble des données est très concordant et indique que la réduction de morbidité coronarienne qui peut être attendue de la pratique d'une activité physique régulière est du même ordre que celle obtenue avec l'arrêt du tabac ou la correction d'autres facteurs de risque, telle l'hypercholestérolémie. Dans la méta-analyse de Berlin et Colditz (8), le RR de maladie coronarienne des sujets les moins actifs par rapport aux sujets les plus actifs était de 1,8. Dans certaines études l'effet favorable de l'activité physique persiste après prise en compte de la corpulence initiale.

Allure de la relation : D'une façon générale, l'ensemble des études disponibles indique qu'il existe **une relation dose-réponse entre l'activité physique et le RR de mortalité et d'évènements cardiovasculaires en général, et coronariens en particulier (51) (grade C)**. Cette relation qui dérive des études les plus anciennes étudiant l'activité professionnelle et des études plus récentes portant sur l'activité de loisirs ou de la vie quotidienne est évidente, que l'activité physique soit étudiée en termes de volume ou d'intensité (50, 51, 4). La majorité des études ont été menées chez l'homme mais les études conduites chez la femme donnent des résultats similaires. La courbe est de type linéaire pour une partie des études (**courbe de type B**) mais d'autres suggèrent que le bénéfice qui peut être attendu d'une augmentation du niveau d'activité physique est le plus élevé chez les sujets les plus sédentaires (6, 7, 21, 86) (**courbe de type A**). Les études récentes suggèrent que l'activité n'a pas besoin d'être intense pour avoir des effets cardiovasculaires bénéfiques, que **la quantité d'énergie dépensée et la régularité sont probablement plus importantes que l'intensité, et que la pratique 30 minutes par jour d'activité physique d'intensité**

modérée a déjà des effets bénéfiques dans la prévention des événements cardiovasculaires (4). Dans l'étude des infirmières américaines (64, 65) qui porte sur 72 488 femmes de 40 à 65 ans, suivies 8 ans en moyenne, la pratique de 3 heures de marche ou plus par semaine (d'intensité modérée, de 3.5 à 4 km/h) était associée à une diminution du risque d'événements coronariens (RR = 0,65 par rapport aux femmes qui marchent peu souvent) comparable à celle obtenue avec la pratique régulière d'exercices physiques plus intenses (>6 METs) correspondant à la même dépense d'énergie. Une relation dose-réponse similaire entre la marche et le risque cardiovasculaire a été rapportée par Lee (57) avec des RR pour les 2^{ème}, 3^{ème}, et 4^{ème} quartiles de 0.86, 0.49 et 0.48 respectivement.

Les données concernant **les accidents vasculaires cérébraux sont moins concluantes**, avec souvent une relation en « U ». Ceci est probablement en partie expliqué par le fait que la majorité des études n'ont pas séparé les accidents ischémiques des accidents vasculaires. Lee et Blair (55) ont rapporté une diminution de 2/3 du risque de décès par accident vasculaire cérébral chez les sujets ayant la meilleure condition physique (2 tertiles supérieurs comparés au tertile le plus faible) dans la cohorte d'hommes d'âge moyen de Dallas. Une relation dose-réponse a également été observée entre le niveau d'activité physique totale (RR des quintiles: 1, 0.98, 0.82, 0.74, 0.66) ou la marche rapide (RR des quintiles : 1, 0.76, 0.78, 0.70, 0.66) et le risque d'accidents cérébraux ischémiques, dans l'étude des infirmières américaines (41). **(Grade C)**

Mécanismes : L'activité physique est un facteur protecteur cardio-vasculaire indépendant ; ses effets sur la maladie coronarienne sont toutefois également en partie expliqués par sa relation avec les autres facteurs de risque coronariens:

- Les sujets les moins actifs physiquement sont plus souvent hypertendus et présentent 1,3 fois plus de risque de développer une hypertension artérielle que les sujets les plus actifs ; par ailleurs, les résultats de différentes méta-analyses portant sur près de 50 essais randomisés et contrôlés (3, 47, 49, 48, 93) indiquent que **l'exercice aérobie à des intensités variables y compris la marche, est associé à une diminution des chiffres de pression artérielle** systolique et diastolique de 6 à 7 mm Hg chez les sujets normotendus, comme chez les sujets hypertendus, indépendamment de ses effets sur le poids **(grade A)**. Des analyses de méta-régression pondérées montrent que la réduction de la pression artérielle ne dépend ni de l'intensité ni de la durée des sessions d'activité physique **(grade B)**. La réduction de pression artérielle est plus importante chez les sujets hypertendus. L'entraînement en résistance pourrait également diminuer les chiffres de pression artérielle chez les sujets hypertendus (49).
- Les sujets, hommes ou femmes, pratiquant régulièrement une activité physique modérée ont des taux de HDL-cholestérol de 20 à 30 % plus élevés que ceux de sujets sains

appariés pour l'âge, mais inactifs (60) ; l'analyse de 51 études dont 28 essais randomisés et contrôlés indique que l'entraînement en endurance est associé à **une augmentation du cholestérol-HDL** (de 0,05 mmol/l ou de 5%) (**grade B**) et à **une diminution de la lipémie post-prandiale** chez les sujets sédentaires normo- et dyslipémiques (36, 81). Ces effets sont plus importants lorsque la pratique de l'exercice physique s'accompagne **d'une perte de poids (Grade B)** mais sont également observés indépendamment de celle-ci. Ils sont observés même pour des exercices de courte durée telle que la montée des escaliers (14). Les effets sur **les triglycérides plasmatiques (-5%) sont moins constants** et la diminution du cholestérol-LDL ne semble s'observer que lors d'une pratique sportive importante ou lorsque l'activité physique est associée à une alimentation pauvre en graisses saturés. Les effets de l'entraînement en résistance sur le HDL-cholestérol sont moins constants que ceux de l'entraînement en endurance (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les données concernant les effets de l'intensité et/ou de la dose d'activité physique sur les paramètres lipidiques sont trop peu nombreuses pour que des conclusions puissent être tirées.

- **Les sujets inactifs ont plus de risque de développer une insulino-résistance ou un diabète de type 2 (cf infra)** ; à l'inverse l'entraînement physique améliore l'action de l'insuline et diminue l'insulino-résistance; le niveau d'activité physique est inversement associé à l'obésité ou au risque de prise de poids ultérieure (cf infra) et à une localisation préférentielle de la graisse au niveau abdominal; l'activité physique agit ainsi de façon plus globale sur l'ensemble des composantes du syndrome plurimétabolique encore appelé syndrome X (9, 25), au sein duquel la localisation abdominale de la graisse et la résistance à l'insuline jouent un rôle déterminant.
- **Une association inverse entre le niveau habituel d'activité physique et, différents facteurs de la coagulation (fibrinogène) et endothéliaux** (35, 34) est également rapportée dans différentes études d'observation. Cet effet est confirmé par des essais randomisés contrôlés qui montrent qu'une activité physique régulière en endurance **réduit l'agrégation plaquettaire et a un effet antithrombogène (grade B)**. L'activité physique d'intensité élevée induirait de plus une diminution du PAI-1 et du t-PA alors que les effets de l'activité physique sur le fibrinogène sont plus discutés (50). La relation entre activité physique et thrombogénèse est toutefois complexe : en aigu, un exercice intense augmente le nombre et l'activité des plaquettes et a un effet prothrombotique contribuant aux accidents coronariens aigus observés occasionnellement (16). Aucune des données disponibles ne permet de préciser l'allure de la relation dose-réponse. L'effet de l'activité physique sur l'existence d'un état pro-inflammatoire systémique (cytokines pro-inflammatoires) et les marqueurs du stress oxydatif, retrouvés dans quelques études, est moins bien établi.

- De plus, par ses effets cardiaques propres (adaptation structurelle des artères coronaires favorisant une augmentation du flux coronarien, meilleure efficacité des échanges en oxygène, augmentation de la compliance cardiaque), **l'entraînement en endurance diminue directement le risque d'ischémie myocardique (grade B)**. L'amélioration de l'apport en oxygène et la diminution de l'activité sympathique contribuent à la diminution des troubles du rythme ventriculaire et du risque de mort subite.

Quelques études de prévention secondaire menées chez le sujet coronarien et de nombreuses études randomisées et contrôlées ont permis d'établir que la pratique régulière d'une activité physique modérée en endurance, en plus d'agir sur les différents facteurs de risque cardiovasculaire, ralentit la progression ou diminue la sévérité des lésions athéromateuses au niveau des carotides (35, 36). Elle a également un effet favorable chez les patients ayant une insuffisance coronarienne, une pathologie artérielle périphérique ou chez ceux qui ont présenté un infarctus du myocarde ou une insuffisance cardiaque. La mise en place d'une activité physique régulière chez les sujets présentant une insuffisance coronarienne ou ayant présenté un infarctus du myocarde est associée à une diminution de la mortalité de 25 %. Nous ne disposons cependant actuellement d'aucune étude de prévention primaire des coronaropathies basée sur la seule modification du niveau habituel d'activité physique chez l'homme.

Prise de poids/obésité

Dans un grand nombre d'études transversales dans différentes populations, une association inverse est retrouvée entre le niveau habituel d'activité physique ou la condition physique d'une part, et différents indicateurs d'obésité d'autre part (26). Les études prospectives sont moins nombreuses. Leurs résultats indiquent que **l'activité physique peut jouer un rôle d'atténuation du gain de poids au cours du temps (grade C)**, sans toutefois permettre de prévenir complètement le phénomène, ni promouvoir une perte de poids au niveau des populations. De façon intéressante, dans une cohorte de près de 9 000 hommes d'âge moyen (étude PRIME) incluant des sujets français des 3 centres de l'étude MONICA, il a été montré que **des activités d'intensité modérée de la vie quotidienne**, telles qu'aller au travail en marchant ou en vélo, étaient inversement associées au gain de poids après 5 ans de suivi (88). Quelques études suggèrent de plus une relation inverse entre le niveau habituel d'activité physique et la localisation abdominale de la graisse. Des données récentes indiquent qu'après prise en compte de l'activité physique et des habitudes alimentaires le temps passé assis à regarder la télévision, assis au travail ou en conduisant sont chacun liés positivement au risque d'obésité. L'impact de l'apport lipidique sur le risque de prise de poids dépendrait du niveau habituel d'activité physique (76).

Allure de la relation : La relation liant activité physique et corpulence est de type dose-réponse, mais l'allure et le niveau de la courbe demandent à être précisés (26). Dans le contexte alimentaire occidental actuel, une dépense énergétique liée aux 30 minutes d'activité d'intensité modérée par jour, préconisées pour une prévention à large échelle des maladies cardiovasculaires et des pathologies métaboliques, n'est peut-être pas suffisante. Il a été suggéré que la pratique quotidienne de 60 à 80 minutes d'activité d'intensité modérée était nécessaire, en association avec une alimentation adaptée, pour permettre le contrôle du poids, notamment après amaigrissement chez l'obèse (76). Le rôle de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité fait l'objet d'un autre chapitre. En matière de prévention de la prise de poids, la lutte contre la sédentarité apparaît comme une stratégie complémentaire qui, au moins chez les enfants, pourrait se révéler plus efficace que des actions centrées uniquement sur la promotion de l'activité physique (74).

Mécanismes : En plus de ses effets directs sur le bilan énergétique, l'activité physique pratiquée sur une base régulière favorise l'utilisation des substrats lipidiques par rapport aux glucides. L'augmentation de l'utilisation des substrats lipidiques peut atteindre 20 % après plusieurs semaines d'entraînement chez des sujets sédentaires. C'est donc en grande partie l'effet combiné du niveau d'activité physique et des apports en graisses qui va déterminer l'équilibration du bilan énergétique. Cependant, le niveau à partir duquel les apports en lipides dépassent les capacités d'oxydation lipidique de l'organisme lors d'une diminution de l'activité physique n'est pas clairement défini. Le comportement sédentaire, quant à lui, est lié au gain de poids directement par le biais d'une faible dépense d'énergie mais aussi indirectement par son association à d'autres comportements de santé (apports alimentaires, alcool, tabac...).

Diabète

Suggérée par l'augmentation de la prévalence du diabète de type 2 au sein de populations ayant abandonné leur mode de vie traditionnel ou ayant migré vers des environnements plus évolués sur le plan technologique, l'association bénéfique entre activité physique et diabète de type 2 est confirmée par différentes études transversales, de cohorte et d'intervention (38, 40, 66, 86, 4, 52). Le risque de développer un diabète de type 2 est trois fois plus élevé chez les hommes ayant une faible condition physique par comparaison à ceux qui ont une condition physique élevée (38). Dans l'étude des étudiants de l'université de Pennsylvanie (38), la diminution du risque de diabète de type 2 était de 6 % par tranche de 500 kcal d'activité physique de loisirs par semaine, l'effet protecteur apparaissant plus marqué chez les sujets à risque (sujets ayant un surpoids, une hypertension artérielle ou des antécédents familiaux de diabète). L'association inverse entre la dépense énergétique liée à la marche et

le risque de diabète de type 2 est d'amplitude similaire à celle existant avec la dépense énergétique liée à l'activité physique totale (66, 43). Depuis la publication de rapport de l'US Surgeon (86) différentes données d'observation prospectives supplémentaires concernant la relation entre l'activité physique et l'incidence du diabète ont été rapportées : dans la cohorte d'hommes de la British Regional Heart Study, chez les hommes et femmes de l'étude des Finlandais de l'Est, chez les femmes de la Iowa Women's Health Study, de la Nurses' Health Study, de la Women's Health Study et de la Women's Health Initiative Observational Study (Revue in 52). Dans toutes ces études, une relation linéaire inverse a été observée entre le niveau d'activité physique rapporté et l'incidence du diabète au cours du suivi. Les associations restaient significatives après ajustement pour de multiples facteurs confondants, dont le BMI. Une association positive avec le temps passé devant un écran de télévision a par ailleurs été rapportée (39).

Ces dernières années, **l'effet bénéfique de l'activité physique dans la prévention de l'insulino-résistance et du diabète**, suggéré par les études d'observation, a été confirmé par plusieurs essais randomisés et contrôlés menés dans des populations à risque élevé de diabète (**Grade B**). Deux études d'intervention randomisées (Diabetes Prevention Study (85) en Finlande et Diabetes Prevention Program (23) aux USA) menées chez respectivement 522 et 3324 adultes intolérants au glucose ont ainsi montré qu'une intervention portant sur le mode de vie, incluant une activité physique régulière et au moins modérée et des conseils d'équilibre alimentaire, permettait de prévenir ou de retarder l'apparition d'un diabète de type 2. Les conseils portant sur le mode de vie visaient à obtenir 30 minutes d'activité physique modérée par jour, une diminution de la consommation en graisses saturées et une perte pondérale de 5%. Dans ces deux études, l'incidence du diabète de type 2, après 3 à 6 ans de suivi, était deux fois moins importante dans le groupe ayant bénéficié d'une intervention sur le mode de vie que dans le groupe témoin. Dans l'étude finlandaise, il a été montré que l'effet préventif de l'activité physique ne s'expliquait pas par ses seuls effets sur le poids. La place de l'activité physique dans le traitement de diabète fait l'objet d'un autre chapitre. Différentes études de cohorte montrent que **chez les sujets diabétiques une activité physique régulière est associée à une diminution du risque cardiovasculaire (5, 18, 42, 82) (Grade C)**.

Allure de la relation : la relation entre le niveau habituel d'activité physique et la survenue du diabète de type 2 est une relation dose-réponse linéaire (de type B sur la Figure 1) ou de type A (Grade B) mais le niveau minimum d'activité physique ayant un effet bénéfique dans la prévention du diabète de type 2 n'est pas établi avec certitude (50, 52, 4). Il faut noter que dans l'étude des anciens étudiants de Harvard, un effet favorable était observé pour une activité de l'ordre de 500 kcal par semaine.

Mécanismes : Les effets préventifs de l'activité physique sont à la fois directs, par le biais de l'amélioration de la sensibilité à l'insuline, et indirects par le contrôle du poids et le maintien de la composition corporelle. L'entraînement physique est associé à une augmentation de la sensibilité à l'insuline même en l'absence de modification pondérale. La perte de poids peut amplifier cet effet. L'amélioration de la sensibilité à l'insuline par l'entraînement est observée même en cas d'activités physiques d'intensité modérée, mais apparaît de courte durée (quelques jours au plus). Le caractère régulier de l'activité est donc absolument essentiel d'où l'importance des aspects concernant la compliance aux recommandations. Le tissu musculaire squelettique, du fait de sa masse importante et de son caractère insulino-sensible, joue un rôle majeur dans l'équilibre glycémique.

Cancers

Un grand nombre d'études d'observation indiquent que les sujets physiquement actifs ont un risque moindre d'incidence et de mortalité par cancer tous sites confondus, chez l'homme comme chez la femme (54, 91). Même si les effets conjoints de l'alimentation et d'autres comportements de santé rendent parfois difficile l'interprétation des études, les données disponibles indiquent clairement que l'activité physique est associée différemment avec le risque de cancer selon le site concerné. Les rapports de consensus récents de l'agence internationale pour la recherche sur le cancer (44) ont conclu que les données les plus probantes concernent **l'effet bénéfique de l'activité physique vis à vis du cancer du colon, chez l'homme et la femme, et du cancer du sein chez la femme (grade C)**. Parmi 51 études disponibles concernant le risque de cancer du colon, 43 démontrent une réduction de 40 à 50% du risque chez les sujets les plus actifs (59). Cet effet a été observé à la fois pour l'activité physique professionnelle et de loisirs et apparaît indépendant d'autres facteurs de risque tels que l'alimentation et la corpulence. L'activité physique est également associée à une diminution de l'ordre de 30 % du risque du cancer du sein chez la femme (19, 45, 67, 78), notamment après la ménopause, avec une relation de type dose-réponse (59). L'obésité et l'inactivité physique expliqueraient, à elles deux, un quart à un tiers des cancers du colon et du sein (87, 94). L'activité physique pourrait exercer un effet protecteur vis-à-vis des cancers de la prostate, de l'endomètre et du poumon mais les données sont plus contradictoires.

Allure de la relation : La relation observée serait de type dose-réponse (59, 84) mais l'allure précise de cette courbe reste à déterminer (**Grade C**). Toutefois dans une étude portant sur des hommes suivis pendant 26 ans, la pratique d'une activité physique modérée ou intense correspondant à une dépense énergétique d'au moins 1000 kcal par semaine était associée à une diminution de 50% de l'incidence du cancer du colon (59).

Mécanismes (28) : L'effet bénéfique de l'activité physique sur le risque de cancer en général est lié à ses effets sur le poids et l'adiposité abdominale (avec, en conséquence, une diminution des taux circulants d'insuline et des facteurs de croissance tels que l'IGF-1). L'activité physique diminuerait spécifiquement le risque du cancer du colon par ses effets sur le transit intestinal, réduisant le temps d'exposition de la muqueuse digestive aux carcinogènes d'origine alimentaire. L'exercice intense pourrait de plus induire une augmentation de la prostaglandine F qui inhibe la prolifération des cellules coliques, sans augmenter la prostaglandine E2 qui la stimule. Le rôle protecteur vis-à-vis du cancer du sein fait intervenir des mécanismes métaboliques et hormonaux : premières règles plus tardives, cycles anovulatoires plus fréquents, augmentation de la production de SHBG induisant une diminution de la disponibilité des œstrogènes.

Immunité

Différents travaux suggèrent que les défenses immunitaires sont augmentées pour des entraînements physiques modérés en volume et en intensité, et diminuées pour des niveaux élevés (30, 63, 77). On observe ainsi une réduction des infections respiratoires chez les sujets ayant une activité physique régulière et modérée mais une augmentation de celles-ci pour des activités intenses de type compétitif (**grade C**).

Ces infections intercurrentes semblent être liées à une diminution des défenses immunitaires survenant dans les suites d'exercices intenses et prolongés. Un exercice musculaire unique et intense est suivi d'une augmentation transitoire des concentrations circulantes des cellules immunocompétentes puis d'une diminution importante dans les heures qui suivent l'arrêt de l'exercice. Parallèlement à cette dernière phase, on observe une baisse significative des immunoglobulines A (IgA) salivaires, plus particulièrement impliquées dans la défense contre les infections respiratoires. Par ailleurs, l'hyperventilation liée à l'exercice intense, en favorisant le contact entre l'arbre respiratoire et les germes pathogènes, et l'augmentation des hormones de stress pourraient également contribuer au risque plus élevé de ces infections.

Ostéoporose

L'exercice physique est associé à une augmentation du capital osseux et entraîne une augmentation de la densité minérale osseuse (grade B) indépendamment de l'âge (7). Il joue de ce fait un rôle important dans la prévention et le traitement des différents syndromes de perte osseuse dont l'ostéoporose. Des analyses quantitatives démontrent que l'activité physique en aérobie ou en résistance contribue à maintenir la masse osseuse au niveau vertébral et fémoral chez la femme ménopausée (**grade A**). Il faut cependant noter que

l'augmentation de la densité osseuse sous l'effet de l'activité physique dépend fortement des apports calciques (33, 46) avec une relation non linéaire marquée par un effet seuil autour d'un apport calcique de 800 à 1000 mg par jour. En dessous de ce seuil, l'effet de l'activité physique sur la densité osseuse serait diminué; au dessus de celui-ci l'augmentation des apports calciques n'aurait que peu d'effet. Aux effets directs de l'activité physique sur la densité osseuse, il faut ajouter l'effet de l'activité physique sur la force musculaire et l'équilibre et, par voie de conséquence, sur le risque de chute et de fractures : les fractures de hanches sont diminuées de 20 à 40% chez les sujets modérément actifs en comparaison des sujets inactifs (32).

Allure de la relation : Il n'existe pas de données sur la relation dose-réponse. Il faut toutefois noter que les effets favorables de l'exercice physique sont observés essentiellement lorsque l'activité physique est ancienne et bien supportée. A l'inverse, la pratique d'un entraînement intensif sur un organisme mal préparé peut conduire à une déminéralisation du tissu osseux. Chez la femme ménopausée la simple marche a déjà un effet sur la densité osseuse fémorale.

Mécanismes : La contrainte mécanique de l'activité physique semble être le principal facteur expliquant ses effets bénéfiques sur l'os. L'augmentation de la masse osseuse est liée à une stimulation de la formation osseuse qui est observée relativement rapidement sous l'effet de l'entraînement et ne semble pas altérée par le vieillissement : dans une étude menée chez des femmes ménopausées, une augmentation de la densité osseuse de 3,8 % a été observée au terme de cinq mois d'exercice physique contrôlé alors que les femmes témoins non actives perdaient 1,9 % de leur valeur de départ.

Santé mentale, qualité de vie, performances cognitives

La pratique d'une activité physique régulière est associée dans différentes études transversales (79) à un plus grand bien être psychologique, à une meilleure tolérance aux contraintes de la vie professionnelle et à de meilleures réactions aux contraintes psychosociales (**grade C**). Quelques études d'intervention, le plus souvent sur de petits échantillons, suggèrent également un effet favorable dans la prise en charge de la dépression (27, 53, 80) mais les données des études d'observation sont contradictoires. L'activité physique serait par ailleurs associée à un risque plus faible de maladie d'Alzheimer et de démence ainsi qu'à un moindre déclin des fonctions cognitives (61). Ces données demandent à être confirmées par des études prospectives de plus grande envergure et l'utilisation de mesures de la santé mentale mieux standardisées (24). Il n'existe aucune donnée sur le type de relation entre l'activité physique et ces différents paramètres.

Mécanismes : Ces effets sont d'origine multifactorielle avec entre autres un effet indirect par l'impact de l'entraînement physique sur la vie relationnelle des individus. Par ailleurs l'exercice musculaire augmente le débit sanguin cérébral et l'amélioration des fonctions cognitives et psychosensorielles semble corrélée avec ce phénomène circulatoire. Enfin, la pratique régulière d'une activité physique modérée pourrait être associée à des modifications des neuromédiateurs centraux impliqués dans les réactions d'éveil comportemental et surtout dans le tonus antidépresseur.

Vieillesse

Une activité physique régulière contribue à réduire, ou prévenir certains processus délétères liés à l'avancée en âge, à améliorer la qualité de vie et la capacité fonctionnelle des sujets âgés et à retarder l'entrée dans la dépendance en maintenant leur autonomie (grade C).

Les effets de l'activité physique sur le vieillissement sont détaillés dans un autre chapitre. Brièvement, l'entraînement en endurance est associé, comme chez le sujet jeune, à une **diminution de nombreux facteurs de risque cardiovasculaire** avec en particulier une amélioration de la tolérance au glucose et une diminution de la pression artérielle. Il aide à **prévenir la perte de la masse et de la fonction musculaires** habituellement observée avec l'avancée en âge. La préservation de la masse maigre participe à la prévention de la diminution de la dépense énergétique et limite le gain de masse grasse avec le temps. Elle favorise le maintien d'une activité physique spontanée. Les autres bénéfices incluent l'amélioration de l'équilibre et donc la diminution du risque de chutes (11 29, 32), la réduction du risque d'ostéoporose et le maintien des fonctions cognitives et de l'humeur du sujet âgé. Il faut souligner que les effets d'un entraînement sur la santé peuvent être observés même en l'absence d'évolution significative de la condition physique (VO_{2max}) des sujets âgés.

4. Conclusions et recommandations d'activité physique dans une perspective de santé publique.

Les nombreux débats, quant à la quantité, le type, la fréquence, la durée et l'intensité de l'activité physique qui doit être recommandée, à la manière dont elle doit être quantifiée (de loisirs ou intégrant l'activité physique quotidienne) et promue expliquent que des recommandations cliniques et de santé publique différentes aient été promulguées ces dernières années. Si ces contradictions apparentes sont en partie liées à la persistance d'incertitudes scientifiques et aux difficultés méthodologiques des études menées dans le domaine, elles sont aussi expliquées par des cibles et des objectifs en terme de santé différents.

Les recommandations élaborées à la fin des années 80, basées sur un modèle du type “ entraînement physique – forme physique ”, avaient pour objectif principal d'augmenter la condition physique. Le type d'activité préconisé était d'intensité relativement élevée et basée sur l'évaluation de la fréquence cardiaque maximale (Tableau III). Les recommandations plus récentes (86), et plus pragmatiques, qui correspondent à un modèle du type “ activité physique – état de santé ”, reposent sur le niveau d'activité physique nécessaire pour diminuer le risque de pathologie chronique. Un autre objectif majeur est d'insérer une activité physique minimum dans le quotidien du plus grand nombre et à long terme.

Il est maintenant établi qu'il existe une relation dose-réponse inverse, le plus souvent linéaire (proche de B ou A), entre le volume d'activité physique et le risque de mortalité toutes-causes, le risque de maladies cardiovasculaires en général et plus spécifiquement d'évènements coronariens, et probablement le risque de diabète de type 2. Toute activité physique supplémentaire entraîne un bénéfice supplémentaire pour la santé et, chez le sujet sédentaire, même la pratique d'une quantité modérée d'activité physique s'accompagne déjà d'un bénéfice substantiel en terme de santé. La dépense énergétique totale induite par l'exercice *per se* apparaît être un élément déterminant des effets de l'activité physique et l'activité n'a pas besoin d'être intense pour déjà s'accompagner d'effets favorables sur la santé. En revanche la régularité pourrait être déterminante. Ces différentes données mettent en exergue l'intérêt des activités de loisir modérées telles que la marche ou le vélo balade mais aussi celui des activités de la vie courante.

Pour ces différents raisons, et afin de favoriser l'adoption des recommandations par le plus grand nombre d'individus, l'activité physique minimum conseillée chez l'adulte correspond à la pratique d'une activité physique d'intensité modérée (équivalente à la marche à un pas soutenu) au moins 30 minutes par jour, la plupart, et si possible tous les jours de la semaine, en une ou plusieurs fois au cours de la journée. Les activités recommandées sont non seulement des activités de loisir mais aussi des activités de la vie courante. La possibilité de réaliser l'activité physique en plusieurs fois au cours de la journée (par ex. 3 fois 10 minutes d'activité d'intensité modérée par jour plutôt que 30 minutes en une seule fois) est également d'un intérêt pratique évident susceptible d'augmenter la compliance. L'effet de ce fractionnement sur le risque cardiovasculaire reste cependant à démontrer.

Une difficulté est de définir ce qu'il faut entendre par activité “ d'intensité modérée ”. La marche à bonne allure (marche rapide) est prise comme exemple d'activité type dans les recommandations. Les activités considérées comme équivalentes sont le vélo (par ex. comme moyen de transport), la natation (en dehors de la compétition), le jardinage, certaines activités domestiques... Une activité d'intensité modérée peut également être

définie comme une activité qui s'accompagne d'une accélération de la respiration (à la limite de l'essoufflement) sans que l'individu ne transpire obligatoirement ou de façon subjective (activité moyennement difficile sur l'échelle de Borg). Ces repères pragmatiques sont probablement plus adéquats que la référence à une vitesse (4 à 6 km/h, en terrain plat) ou à la dépense énergétique liée à l'activité physique (3 à 6 fois la dépense de repos) : de telles activités peuvent en effet être modérées pour certains individus mais très intenses pour d'autres, notamment en fonction de l'âge.

Des activités d'intensité supérieure peuvent bien entendu être réalisées sur une base individuelle en fonction des goûts, de la capacité physique et de l'état de santé. Dans cette perspective, **un bénéfice supplémentaire peut être obtenu chez les sujets qui atteignent déjà le seuil minimum recommandé en augmentant l'intensité ou la durée des activités pratiquées.**

Enfant et adolescent

En l'absence d'études prospectives ou d'études d'intervention randomisées bien conduites et suffisamment longues, nous ne disposons pas de données permettant d'établir la quantité et le type d'activité physique nécessaires à un effet positif sur la santé immédiate et future des jeunes. Les experts (75, 10) s'accordent aujourd'hui pour dire que les recommandations destinées aux adultes (30 minutes d'activité physique d'intensité modérée par jours) ne sont probablement pas suffisantes pour les enfants et les adolescents et que ceux-ci devraient de plus « pratiquer, trois fois par semaine minimum, des activités physiques d'intensité plus élevée pendant au moins 20 minutes par séance, sous forme d'activités physiques individuelles ou de sports collectifs et, pour les adolescents, d'entraînement musculaire avec "résistance" (musclation) ». Dans l'une des conférences (10), les experts ajoutent qu'un minimum de 60 minutes (et non 30 minutes) par jour d'activités physiques d'intensité modérée ou plus élevée est souhaitable chez les jeunes, sous forme de sports, de jeux ou d'activités de la vie quotidienne.

5. References

1. ANAES. Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. 2000 ;
2. Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, et al. (2000) All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med* 2000;160(11):1621-8.
3. Arroll B, Beaglehole R. Does physical activity lower blood pressure ? a critical review of the clinical trials. *J Clin Epidemiol* 1992; 45:439-447.
4. Bassuk SS and Manson JE. Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease *J App Physiol* 2005 ; 99:1193-1204.
5. Batty GD, Shipley MJ, Marmot M, et al. Physical activity and cause-specific mortality in men with Type 2 diabetes/impaired glucose tolerance: evidence from the Whitehall study. *Diabet Med* 2002;19:580-8.

6. Bauman A, Bellew B, Vita P, et al. *Getting Australia Active: Towards Better Practice for the Promotion of Physical Activity*. Melbourne, Australia. National Public Health Partnership. 2002.
7. Baumann A. Updating the evidence that physical activity is good for health : an epidemiological review 2000-2003. *J Sci Med Sport* 2004, 7(1) Suppl 6-19.
8. Berlin J, Colditz GA. A meta analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol* 1990;132:612-28.
9. Bertrais S, Beyeme-Ondoua JP, Czernichow S, Galan P, Hercberg S, Oppert JM. Sedentary behaviors, physical activity and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. *Obes Res* 2005; 13: 936-944.
10. Biddle S., Sallis JF, Cavill NA. Young and active? Young people and health enhancing physical activity. Evidence and implication. London. Health Education Authority. 1998.
11. Blain H, Vuillemin A, Blain A, Jeandel C. The preventive effects of physical activity in the elderly. *Presse Med* 2000; 29: 1240-1248.
12. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenberger RS, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality : a prospective study of healthy and unhealthy men. *J Am Med Assoc* 1995; 273:1093-1098.
13. Blair SN, Kohl HW, Paffenberger RS, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *J Am Medical Assoc* 1989; 262: 2395-2401.
14. Boreham C. Training effects of accumulated daily stair-climbing exercise in previously sedentary young women. *Prev Med* 2000;30(4):277-81.
15. Bouchard C. Physical activity and health: introduction to the dose-response symposium. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (6 Suppl): S347-S350.
16. Cadroy Y, Pillard F, Sakariassen KS, Thalamas C, Boneu B, Riviere D. Strenuous but not moderate exercise increases the thrombotic tendency in healthy sedentary male volunteers. *J Appl Physiol* 2002; 93: 829-33.
17. Chaoulouff F. Effect of acute physical exercise on central serotonergic system. *Med Sci Sport Exerc* 1997; 29: 58-62.
18. Cheung YJ, Lauer MS, Earnest CP, et al. Heart rate recovery following maximal exercise testing as a predictor of cardiovascular disease and all-cause mortality in men with diabetes. *Diabetes Care* 2003;26(7):2052-7.
19. Colditz GA, Feskanich D, Chen WY, et al. Physical activity and risk of breast cancer in premenopausal women. *Br J Cancer* 2003;89(5):847-51.
20. Colditz GA. Economic costs of obesity and inactivity. *Med Sci Sport Exerc* 1999; 31(11): S663-667.
21. Commonwealth Department of Health and Aged Care (DHAC). *National Physical Activity Guidelines For Australians*. Canberra, Australia. Commonwealth Department of Health and Aged Care (DHAC). 1999.
22. Crespo CJ, Palmieri MR, Perdomo RP, et al. The relationship of physical activity and body weight with all-cause mortality: results from the Puerto Rico Heart Health Program. *Ann Epidemiol* 2002;12(8):543-52
23. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention of metformin. *N Engl J Med* 2002;346(6):393-403.
24. Dunn AL, Trivedi MH, Kampert JB, et al. The DOSE study: a clinical trial to examine efficacy and dose response of exercise as treatment for depression. *Control Clin Trials* 2002;23(5):584-603.
25. Eriksson J, Taimela S, Koivisto VA. Exercise and the metabolic syndrome. *Diabetologia* 1997; 40: 125-135.
26. Erlichman J, Kerbey AL, James WPT. Physical activity and its impact on health outcomes. Paper 2: prevention of unhealthy weight gain and obesity by physical activity: an analysis of the evidence. *Obes Rev* 2002;3:273-87.
27. Fox K. The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr* 1999; 2(3a):411-8.
28. Friedenreich CM, Orenstein MR. Physical activity and cancer prevention: etiologic evidence and biological mechanisms. *J Nutr* 2002; 132 (11 Suppl): S3456-S3464.
29. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, et al. Interventions for preventing falls in elderly people (Cochrane Review). *Cochrane Library*, Issue 2, 2002. Oxford: Update Software.
30. Gomez-Merino D, Drogou C, Chennaoui M, Tiollier E, Mathieu J, Guezennec CY. Effects of combined stress during intense training on cellular immunity, hormones and respiratory infections. *Neuroimmunomodulation* 2005; 12: 164-172.
31. Gregg EW, Cauley JA, Stone K, et al. Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *JAMA* 2003;289(18):2379-86.
32. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: a review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48(8):883-93.

33. Guezennec CY, Chalabi H, Bernard J, et al. Is there a relationship between physical activity and dietary calcium intake ? A survey in 10,373 young french subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 732-739.
34. Hambrecht R, Adams V, Erbs S, et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2003;1107(25):3152-8.
35. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, et al. Effect of physical exercise on coronary endothelial function in coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000;342:454-60.
36. Haskell WL, Alderman EL, Fair JM, Maron DJ, Mackey SF, Superlo HR. Effects of intensive multiple risk factor reduction on coronary atherosclerosis and clinical cardiac events in men and women with coronary artery disease: the Stanford Coronary Risk Intervention Project. *Circulation* 1994; 89: 975-990.
37. Haskell WL. Health consequences of physical activity: understanding and challenges regarding dose-response. *Med Sci Sports Exerc* 1994 ; 26 :649-660.
38. Helmrich S, Ragland DR, Leung RW, et al. Physical activity and reduced occurrence of non insulin dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1991;325:147-52.
39. Hu FB, Leitzmann MF, Stampfer MJ, et al. Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch Int Med* 2001;161(12):1542-8.
40. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA* 1999 Oct 20;282(15):1433-9.
41. Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, et al. Physical activity and risk of stroke in women, *JAMA*, 2000;283(22):2961-7.
42. Hu FB, Stampfer MJ, Solomon C, et al Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Ann Intern Med* 2001;134(2):96-105.
43. Hu G, Qiao Q, Silventoinen K, et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk for Type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia* 2003;46(3):322-9.
44. IARC Working Group on the Evaluation of Cancer-Preventive Strategies. Weight control and physical activity. In H Vainio, F Biachini (eds). *IARC Handbooks of Cancer Prevention*. Volume 6. Lyon, France. IARC Press. 2002.
45. John EM, Horn-Ross PL, Koo J. Lifetime physical activity and breast cancer risk in a multiethnic population: the san Francisco bay area breast cancer study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2003;12(11):1143-52
46. Kanders B, Dempster DW, Lindsay R. Interaction of calcium nutrition and physical activity on bone mass in young women. *J Bone Min Research* 1988; 3: 145-149. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 992-1008.
47. Kelley G, McClellan P. Antihypertensive effects of aerobic exercise: a brief meta-analytic review of randomized controlled trials. *Am J Hypertension* 1994; 7:115-119.1994
48. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Prev Med* 2001;33:120-7.
49. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension* 2000;35:838-43.
50. Kesaniemi YK, Danforth E Jr, Jensen MD, Kopelman PG, Lefebvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 2001 ; 33 (6 Suppl) : S351-S358.
51. Kohl HW. Physical activity and cardiovascular disease: evidence for a dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (6 Suppl): S472-S483.
52. LaMonte MJ, Blair SN and Church TS Physical activity and diabetes prevention. *J App Physiol* 2005; 99:1205-1213.
53. Lawlor DA, Hopker SW. The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2001;322(7289):763-7.
54. Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and smoking-related and total cancer mortality in men. *Med Sci Sport Exercise* 2002;34(5):735-9.
55. Lee CD, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and stroke mortality in men. *Med Sci Sport Exerc* 2002;34(4):592-5.
56. Lee IM, Paffenbarger RS, Jr. Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol* 2000;151(3):293-9.
57. Lee IM, Rexrode KM, Cook NR, et al. Physical activity and coronary heart disease in women: is 'ho pain, no gain' passe? *JAMA* 2001a;285(11):1447-54.
58. Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Suppl):S459-71; discussion S493-454.

59. Lee IM. Physical activity and cancer prevention--data from epidemiologic studies. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(11):1823-7.
60. Leon AS. Effects of exercise conditioning on physiologic precursors of coronary heart disease. *J Cardiopulmonary Rehabilitation* 1991; 11: 46-57.
61. Lindsay J Laurin D, Verreault R, Hebert R, Helliwell B, Hill GB, McDowell I Risk factors for Alzheimer's disease: a prospective analysis from the Canadian Study of Health and Aging. *Am J Epidemiol.* 2002 1;156(5):445-53.
62. Lindsted KD, Tonstad S, Kuzma JW. Self-report of physical activity and patterns of mortality in Seventh-day Adventist men. *J Clin Epidemiol* 1991; 44: 355-364.
63. Mackinnon LT. Futures directions in exercise and immunology :regulation and integration. *Int J Sport Med* 1998; 19: 205-211.
64. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 2002;347:716-25.
65. Manson JE, Hu FB, Rich-Edwards JW, et al. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1999 ; 341 : 650-658.
66. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, et al. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268(1):63-7.
67. McTiernan A, Kooperberg C, White E, et al. Recreational physical activity and the risk of breast cancer in postmenopausal women: the Women's Health Initiative Cohort Study. *JAMA* 2003;290(10):1331-6.
68. Mokdad AH, Marks JS, Stroup DF, Gerberding JL. Actual causes of death in the United States, 2000. *JAMA* 2004; 291: 1238-1245.
69. Morris JN, Heady JA, Raffle PAB, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet* 1953; 2:1111-1120.
70. Oppert JO, Simon C, Rivière D, Guezennec Y. Activité Physique et Santé. Arguments scientifiques, pistes pratiques. Les synthèses du Programme National Nutrition Santé. www.gouv.sante.fr, thème nutrition
71. Paffenberger RS, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *New Engl J Med* 1993, 328: 538-545.
72. Paffenberger RS, Wing AL, Hyde RT. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *Am J Epidemiol.* 1978; 108:161-175.
73. Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, et al. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Public Health* 1987;8:253-87.
74. Robinson TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity: a randomized controlled trial. *JAMA* 1999 ; 282 : 1561-1567.
75. Sallis JF, Patrick K. Physical activity guidelines for adolescents: Consensus statement. *Pediatr Exerc Sci* 1994; 6: 299-463.
76. Saris WHM, Blair SN, van Baak MA, et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain ? Outcome of the 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev* 2003; 4: 101-114.
77. Shephard RJ, Rhind S, Shek PN. Exercise and the immune system. *Sports Med* 1994; 18: 340-369. - Nieman DC. Exercise and immunology: practical applications. *Int J Sports Med* 1997; 18: 91-100 .
78. Steindorf K, Schmidt M, Kropp S, et al. Case-control study of physical activity and breast cancer risk among premenopausal women in Germany. *Am J Epidemiol* 2003;157(2):121-30.
79. Stephens T. Physical activity and mental health in the United States and Canada: evidence from four population surveys. *Prev Med* 1988;17: 35-47.
80. Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 328-334.
81. Sugiura H, Sugiura H, Kajima K, et al. Effects of long-term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: a randomised controlled trial. *BMC Women's Health* 2002;2:3.
82. Tanasescu M, Leitzmann M, Rimm EB, et al. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. *Circulation* 2003;107:2435-9.
83. Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, Berra K, Blair SN, Costa F, Franklin B, Fletcher GF, Gordon NF, Pate RR, Rodriguez BL, Yancey AK, Wenger NK. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology

- (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 2003;107:3109-16.
84. Thune I, Furberg AS. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sport Exerc* 2001;33:S530-50.
 85. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson J, et al. Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343-50.
 86. United States Department of Health and Human Services. *Physical Activity and Health: A Report of The Surgeon General*. Atlanta, GA. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, The President's Council on Physical Fitness and Sports. 1996.
 87. Vainio H, Kaaks R, Bianchini F. Weight control and physical activity in cancer prevention: international evaluation of the evidence. *Eur J Cancer Prev* 2002;11 Suppl 2:S94-100.
 88. Wagner A, Simon C, Ducimetiere P, et al. Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men : the PRIME Study. *Int J Obes* 2001; 25: 940-948.
 89. Wagner A, Simon C, Evans A, et al. D. Physical activity and coronary event incidence in Northern Ireland and France: the Prospective Epidemiological Study of Myocardial Infarction (PRIME). *Circulation* 2002 ; 105 : 2247-2252.
 90. Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. (2000) Physical activity and mortality in older men with diagnosed coronary heart disease. *Circulation* 2000;102(12):1358-63.
 91. Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Physical activity and risk of cancer in middle-aged men. *Br J Cancer* 2001;85:1311-6.
 92. Wannamethee SG, Shaper AG. Physical activity in the prevention of cardiovascular disease: an epidemiological perspective. *Sports Med* 2001;31(2):101-14.
 93. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 2002; 136: 493-503.
 94. Willett W. Harvesting the fruits of research: new guidelines on nutrition and physical activity. *CA Cancer J Clin* 2002;52(2):66-7.
 95. Williams PT. (2001) Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:754-61.
 96. World Health Organisation. *World Health Report, 2002*. Geneva. World Health Organisation. Retrieved in January 2004 from <http://www.who.int/wht/2002/en/>.
 97. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert consultation. WHO Technical Report Series N° 916. WHO, Geneva, 2003.

Tableau I. Coût associé à l'inactivité physique aux Etats-Unis en 1995, d'après Colditz (20)

Pathologie	Risque relatif	Risque attribuable	Coût directs milliards US \$
Maladie coronaire	2	22%	8,9
HTA	1.5	12%	2.3
Diabète type 2	1.5	12%	6.4
Pathologie vésiculaire	2	22%	1.9
Ostéoporose (fractures)	2	18%	2.4
Cancers			
Colon	2	22%	2
Sein	1.2	5%	0.38
Total			24,3 milliards US \$ 2.4 % des dépenses de santé

Tableau II

Catégories de preuves (d'après 1)

Grade	Niveau de preuve	Source de données
A	preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve.	Essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur, méta-analyse d'essais contrôlés randomisés,
B	présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve	Essais comparatifs randomisés de faible puissance, études comparatives non randomisées bien menées
C	présomption fondée sur des études de moindre niveau de preuve	Etudes non randomisées (études d'observation, cohortes, études cas-témoin, études transversales et longitudinales, séries de cas)
D	Avis professionnel et comités d'experts	

Tableau III. Evolution des recommandations d'activité physique pour la population générale (Adulte)

	Recommandations « traditionnelles » (1)	Recommandations « actuelles »(2, 3)
Fréquence	3 - 5 jours par semaine	6 – 7 jours par semaine
Intensité	60 - 90 % de la fréquence cardiaque maximale (50 - 85 % de la puissance aérobie maximale, VO ₂ max)	Modérée (3 – 6 METS* ou 4 – 7 kcal/min)
Durée	20 - 60 minutes en une fois d'activité d'endurance	= 30 minutes/jour en une ou plusieurs fois
Type	Toute activité utilisant les grands groupes musculaires (course, vélo, natation...)	Toute activité pouvant être réalisée d'intensité comparable à la marche rapide

*MET : équivalent métabolique (rapport du coût énergétique d'une activité donnée à la dépense énergétique au repos).

(1) American College of Sports Medicine ,1990

(2) American College of Sports Medicine, 1995

(3) Surgeon General Report on Physical Activity, 1996 (86) (consultable sur le site www.healthfinder.gov)