

Effet de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression

Margarida Gaspar De Matos¹, Luis Calmeiro², David Da Fonseca³

1. Psychologue, Faculté de Mouvement Humain, Université Technique de Lisbonne, et Centre de Malaria et Maladies Tropicales, 1499 Lisbonne Cedex, Portugal
2. Division of sport and exercise sciences, University of Abertay Dundee, Dundee DD1 1HG, Royaume-Uni
3. Pédopsychiatrie, Hôpital Sainte-Marguerite, F-13274 Marseille Cedex 09, France

Correspondance :

Margarida Gaspar de Matos, FMH/UTL & CMDT/UNL, Estrada da Costa, 1495-688 Cruz Quebrada, 1499 Lisboa Cedex, Portugal.
mmatos@fmh.utl.pt

Disponible sur internet le :
9 janvier 2009

■ Key points

Effect of physical activity on anxiety and depression

The advantages of physical activity are widely recognised from both a physiological and a psychological perspective.

Evidence seems to demonstrate that physical activity is associated with decreases in depression and anxiety in clinical and non-clinical populations.

There are a number of physiological, biochemical and psychological explanations which should be considered to understand the psychological effects of exercise.

Physical activity may be considered as an adjunct to psychotherapeutic and pharmacological treatments of depression and anxiety.

Physical activity appears to be a non-specific form of treatment with psychotherapeutic potential that should not be ignored.

■ Points essentiels

Les avantages de la pratique de l'activité physique sont maintenant reconnus tant du point de vue physiologique que du point de vue psychologique.

Des études démontrent que l'activité physique est associée à une importante réduction des états dépressifs et anxieux, dans la population générale comme dans des sous-groupes ayant un diagnostic psychiatrique d'anxiété ou de dépression.

Ces bénéfices de l'exercice physique peuvent s'expliquer par des processus physiologiques, biochimiques et psychologiques.

L'activité physique peut être considérée comme une aide thérapeutique aux approches psychothérapeutiques et pharmacologiques de la dépression et de l'anxiété.

Elle semble donc constituer un type de traitement non spécifique avec un réel potentiel psychothérapeutique qui a été jusqu'ici négligé.

Les avantages de la pratique d'une activité physique sont maintenant reconnus tant du point de vue physiologique que du point de vue psychologique. L'activité physique réduit en effet les risques de mort prématuré de certaines maladies

cardiovasculaires (par exemple infarctus du myocarde, hypertension artérielle, accident vasculaire cérébral), du diabète de type II et du cancer du colon. Outre son pouvoir sur le bien-être psychologique, l'activité physique aide à contrôler le poids, réduit l'hypertension artérielle, et améliore le fonctionnement

musculaire et articulaire ainsi que la mobilité chez les personnes âgées [1].

Les effets de l'activité physique dans le domaine de la santé mentale sont si forts que quelques auteurs la considèrent même comme un processus psychothérapeutique à part entière [2-4], par exemple dans la réduction des phobies [5], de la dépression et de l'anxiété [6]. Cependant, les études épidémiologiques suggèrent que plus que la moitié de la population dans les pays occidentaux est sédentaire [7]. La lutte contre la sédentarité est donc devenue une réelle question de santé publique. L'étude *Health behaviour in school age children* (HBSC) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) [8,9], a démontré que les adolescents entre 11 à 15 ans qui pratiquaient une activité physique ont eu une meilleure santé physique et mentale. En Europe en général, comme en France et au Portugal, les filles qui ont une activité physique moins importante que les garçons, ont une perception de la santé physique et mentale plus négative. De surcroît si la perception de la santé physique et mentale devient plus négative avec l'âge, la pratique d'une activité physique, elle, diminue avec l'âge.

Le but de ce travail est de réaliser une synthèse théorique de la littérature scientifique récente sur les effets de l'activité physique dans le domaine de la santé mentale mais aussi d'essayer d'en comprendre les mécanismes.

Par activité physique comprend tout mouvement produit par les muscles, dès qu'il se produit une dépense énergétique ; cela inclut non seulement l'exercice et le sport mais toute activité de loisir et même des travaux au foyer [10].

L'activité physique aérobie est normalement d'intensité modérée et peut se maintenir longtemps (par exemple : nager, se promener, marcher), par contre l'activité physique anaérobie inclut des activités d'intensité élevée, pendant une période très courte (par exemple : faire un sprint, sauter à la corde) [11].

Activité physique et anxiété

Actuellement, la prévalence de l'anxiété dans la population générale est estimée en 4 %, selon le *Diagnostic and statistical manual* (DSM) IV-TR [12]. En général, les symptômes débutent à la puberté et sont plus fréquents chez les femmes.

Études sur des populations - interventions universelles

Selon Steptoe *et al.* [13], la pratique d'une activité physique permet de mieux gérer le stress même sans améliorer la condition physique. Ces résultats suggèrent que la capacité accrue à gérer le stress dépend de facteurs autres que les facteurs physiologiques [4]. Par ailleurs, il semble que la pratique de la marche modérée pendant 10 semaines soit plus bénéfique sur l'humeur et la gestion du stress, que les exercices d'entraînement de la force et de la mobilité [13]. En revanche, il n'existe aucune différence au niveau des réponses

physiologiques dans les deux types d'activité (par exemple pression artérielle, fréquence cardiaque, résistance galvanique de la peau).

Petruzzello *et al.* [14] ont démontré des effets minimes à modérés de l'activité physique sur l'anxiété « trait » et « état ». De même, l'exercice, intense et modéré engendre une baisse de l'anxiété « état », ainsi que de la réactivité face des photos à forte charge émotionnelle [15]. Les individus présentant une meilleure condition physique ont les mêmes réponses initiales au stress mais récupèrent plus facilement [16]. Tsai [17] a comparé une intervention incluant des exercices respiratoires, de la relaxation musculaire et de la méditation, à une intervention de routine chez des sujets ayant des problèmes cardiovasculaires. Le groupe expérimental s'est amélioré significativement pour l'anxiété et la qualité du sommeil.

Études sur des populations sélectionnées - interventions sélectives

L'activité aérobie semble réduire la sensibilité à l'anxiété, précurseur des troubles paniques (« *panic disorders* ») [18]. En effet, les individus ayant une sensibilité élevée à l'anxiété exagèrent et interprètent les sensations physiologiques ce qui contribue à augmenter les attaques de panique. L'exercice qui produit des réponses physiologiques identiques à celles de l'anxiété (par exemple : fréquence cardiaque et respiratoire augmentées), provoque une habitude à ces stimuli et par conséquent une diminution de la peur associée. L'exercice aérobie d'intensité élevée semble plus efficace que l'exercice aérobie d'intensité légère dans la réduction de l'anxiété [18].

Activité physique et dépression

Tout comme les troubles anxieux, la dépression est plus fréquente chez les femmes (5-9 % pour les femmes et 2-3 % pour les hommes) [12]. Elle est caractérisée par une humeur dépressive et/ou un manque de motivation à l'action, accompagné de 5 symptômes quotidiens sur 9, pendant au moins 2 semaines [12].

La majorité des études ont étudié les liens entre l'activité physique et la dépression sur des échantillons de la population générale, les études cliniques étant bien moins fréquentes.

Études sur des populations - interventions universelles

La plupart des études épidémiologiques [19], expérimentales [20], ainsi que les méta-analyses [21] attestent d'un effet bénéfique de l'activité physique sur les symptômes dépressifs. Les individus ayant pratiqué une activité physique régulière seraient même protégés de la dépression entre 2 et 9 ans après l'arrêt de cette activité [19]. Cette association a été retrouvée pour les personnes âgées (65-79 ans), mais pas pour les adultes d'âge moyen (40-64 ans) [19]. En revanche, il semble que la

marche durant nos activités quotidiennes ne soit pas assez intense pour avoir un impact sur les symptômes dépressifs chez les adultes.

La méta-analyse de Dunn *et al.* [21] a trouvé des effets positifs modérés de l'exercice aérobie sur la dépression chez des participants occasionnels et réguliers, indépendamment de l'âge, du genre et de l'état de santé initial. Cet effet existerait quelle que soit l'intensité de l'exercice mais semble augmenter avec sa durée et semble indépendant du type d'exercice aérobie et de son intensité. Ahmadi *et al.* [20] ont quant à eux trouvé une réduction des symptômes dépressifs après 4 semaines de *bodybuilding*. Deux interventions randomisées de base communautaire ont démontré que l'activité physique était associée à une diminution des symptômes dépressifs et du stress [22]. Pourtant il est nécessaire de considérer les différents contextes physiques et sociaux de la pratique de cette activité physique [23]. Enfin, une étude suédoise récente [24] a montré que les gens inactifs ont eu plus de symptômes dépressifs que les gens ayant pratiqué une activité physique modérée ou intense.

Bien que ces différentes études aillent dans le même sens, il convient de souligner ici que la dépression n'est mesurée que par des autoquestionnaires ce qui d'un point de vue clinique constitue une réelle limite.

Études sur des populations sélectionnées - interventions sélectives

Il existe cependant quelques études réalisées sur des populations psychiatriques avec un diagnostic de dépression, qui retrouvent des résultats identiques [2], mais parfois moins évidents [25]. Il semble que la course à pied ait des effets supérieurs sur la dépression chez des patients présentant un trouble dépressif, par rapport aux activités mixtes (par exemple : football, volleyball, trampoline) ou à la relaxation [26]. Une méta-analyse [25] a confirmé des effets très significatifs de l'activité physique sur la dépression. Ces effets sont plus prononcés dans la dépression modérée/sévère que dans la dépression légère/modérée et sont indépendants du genre, de l'âge, de la fréquence, de la durée, de l'intensité et du type d'activité (aérobie vs anaérobie).

Des études expérimentales ont comparé l'activité physique à des formes plus traditionnelles de traitement de la dépression et ont observé des effets à long terme intéressants [27]. Les auteurs ont ainsi testé 3 types de traitement chez des sujets âgés ayant un trouble dépressif : exercice-entraînement de résistance (marcher ou courir 3 fois par semaine), traitement antidépresseur ou les 2 méthodes. Après 16 semaines de traitement, ils ont noté une amélioration significative de la symptomatologie dépressive chez tous les sujets. En revanche, 10 mois après la fin du traitement, il semble que le taux de rechute soit moins important pour le groupe exercice que pour les 2 autres. Plus récemment, Blumenthal *et al.* [28] ont

considéré séparément l'exercice supervisé et l'exercice « *home-based* » (chez soi) et ont conclu que les deux formes d'exercice avaient un effet semblable aux antidépresseurs. En revanche, selon Courneya *et al.* [29], si l'ajout d'un programme d'activité physique à un programme de psychothérapie de groupe chez des patients guéris d'un cancer a amélioré de manière significative la qualité de vie et le bien-être physique et fonctionnel des individus, il a semblé peu efficace sur la dépression. Dans une étude longitudinale, Faulkner et Biddle [30] ont démontré que les motivations à l'origine de la pratique de l'activité physique étaient très variables et semblaient changer considérablement avec le temps. Elles dépendaient aussi des événements de vie, ainsi que du contexte. Enfin, une revue de la littérature comportant 11 études longitudinales, 15 études randomisées et 3 méta-analyses, a suggéré que l'activité physique avait un effet bénéfique sur les états dépressifs, aussi efficace que les thérapies cognitives [31].

Limites des études

Selon, Lawlor et Hopker [25], il y a eu de nombreux biais méthodologiques dans ces différentes études. Ces auteurs ont considéré que les résultats étaient probablement un peu biaisés par des problèmes méthodologiques : soit les études n'étaient pas randomisées ou n'avaient pas eu une évaluation aveugle, soit elles ont inclus des sujets motivés par la pratique d'une activité physique, soit il n'y avait pas de diagnostic clinique de dépression. Par ailleurs, parmi les 14 études expérimentales analysées, seules 3 avaient des populations cliniques (avec un diagnostic de dépression clinique établie). Cependant, ces mêmes auteurs estimaient que les problèmes méthodologiques soulignés auraient pu réduire la magnitude de l'effet maximum à 0,66, ce qui apparaissait encore comme un résultat considérable [32]. Il convient de noter également que les sujets qui participent volontairement à ces études peuvent avoir au départ une croyance et une expectative positive, ce qui n'est pas le cas chez les individus dépressifs anhédoniques et démotivés [25]. Globalement, ces études semblent soutenir l'importance de l'activité physique dans l'amélioration des états dépressifs et anxieux. Cependant, d'autres études contrôlées, longitudinales et portant sur des populations cliniques sont nécessaires. Van de Vliet *et al.* [33] ont proposé une approche intra-individuelle pour faire face aux difficultés posées par la recherche en contexte clinique. Ils ont abouti à un profil idiographique du patient dépressif, et ils ont dit pouvoir ainsi observer des différences cliniques, dans leurs études de cas individuels, qui n'ont pourtant pas été reconnues par des différences statistiques significatives, dans des études intragroupes [33].

Dynamique des associations activité physique, dépression et anxiété

Si beaucoup d'études attestent de l'effet bénéfique de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression, nous abordons à

présent les mécanismes à l'origine de cet effet. Les modèles théoriques mettent en avant des explications physiologiques, biochimiques et psychologiques ou psychosociales.

Explication physiologique

L'augmentation des endorphines (par exemple opiacés) circulantes pendant l'exercice physique aurait une action médiatrice sur les effets psychologiques, du fait de leur importance dans la régulation des émotions et dans la perception de la douleur. Ainsi cette augmentation des concentrations plasmatiques d'endorphines aurait une influence sur l'humeur et l'anxiété. Cette hypothèse reste peu probable du fait de l'incapacité des endorphines à agir directement sur les centres cérébraux de la régulation de l'humeur [34].

L'augmentation de la température corporelle après l'activité physique a également été considérée comme responsable de la diminution de l'anxiété [35]. L'augmentation de la température corporelle grâce à des méthodes passives, comme le sauna ou le bain chaud [36], semble également améliorer le bien-être.

Explication biochimique

Les bénéfices de l'activité physique seraient associés à une augmentation des neuromédiateurs chimiques cérébraux (par exemple : dopamine, norépinéphrine, sérotonine). Ainsi l'activité physique pourrait par ce processus diminuer la dépression qui est associée à un dérèglement des mono-amines cérébrales. La dopamine qui a également un rôle important dans le mouvement, serait augmentée par l'activité physique [37]. L'analyse de l'activité cérébrale confirme cette augmentation du métabolisme de la dopamine pendant l'activité physique au niveau du mésencéphale, de l'hippocampe, des corps striés et de l'hypothalamus [38].

La norépinéphrine est le plus grand moduleur de l'activité neuronale du cerveau. Les réponses noradrénergiques apparemment modulent les réponses physiologiques et comportementales et les adaptations au stress [39]. Une augmentation de la norépinéphrine et de son métabolite a été observée dans diverses régions du cerveau après une période d'exercice [40]. La sérotonine (5-HT) est associée à la douleur, à la fatigue, à l'apathie, au sommeil et à l'activité corticostéroïde. L'activité des neurones producteurs de 5-HT est distribuée dans tout le système nerveux central, tels le thalamus, l'hypothalamus, l'amygdale, l'hippocampe et le cortex frontal.

Des études sur des populations animales ont montré que 2 semaines d'exercice (mais pas 3 semaines) augmentaient le taux de 5-HT_{1A} acide ribonucléique messager (mRNA) et diminuaient l'impuissance apprise [41].

Récemment, Dietrich [42] a formulé l'hypothèse de la « *transient hypofrontality* » comme autre mécanisme explicatif. Cette hypothèse est complémentaire de celles des neurotransmetteurs et se fonde sur l'idée selon laquelle le cerveau lutte pour avoir des ressources métaboliques et pouvoir traiter

l'information. L'effet antidépresseur et anxiolytique de l'exercice est donc attribué à l'inhibition d'une activité neuronale excessive dans des régions préfrontales et dans l'amygdale. La suractivation de ces zones étant associée à des troubles mentaux.

Explication psychologique

Il est probable que l'effet de l'activité physique sur la dépression et l'anxiété soit le résultat d'une augmentation de la sensation de maîtrise et du sentiment d'efficacité [43]. Sacco *et al.* [43] ont conclu que ce sentiment avait un rôle médiateur entre la pratique de l'exercice et la dépression, et entre l'index de masse corporelle et la dépression chez des patients obèses. Ryan [44] a suggéré que l'amélioration de l'estime de soi de même que l'amélioration de l'auto-efficacité étaient suffisantes pour que l'activité physique ait des résultats antidépresseurs. D'autres auteurs [45] considèrent que le « *time-out* », qui correspond au temps de distraction ou au détournement de l'attention des signes de malaise physique ou psychologique serait à l'origine des bienfaits de l'activité physique sur l'anxiété et la dépression. L'amélioration de l'image corporelle, de l'estime de soi et des relations sociales pourrait également expliquer ces effets bénéfiques de l'activité physique en particulier chez les personnes plus âgées, ou les adolescents [46]. Les effets de l'activité physique sur l'autoconcept semblent plus évidents quand les programmes ont au moins 6 mois. Probablement, une longue période garantit des changements physiologiques que les personnes perçoivent positivement. Les activités en plein air et hors du contexte habituel semblent aussi plus efficaces [47], tout comme les activités aérobies ou, à court terme l'entraînement de force (par exemple lever des poids) [48]. Fox [48] a décrit des études qui ont démontré que l'activité physique améliorerait divers aspects de l'autoconcept (santé physique, image du corps, valorisation personnelle), mais pas l'auto-estime globale, ayant donc un effet spécifique et pas un effet générique. La possibilité de se sentir mieux du point de vue des limitations fonctionnelles, mène à une évaluation plus positive de soi et de la qualité de vie, chez les personnes âgées et à une augmentation de la perception de compétence personnelle chez des enfants [48].

Conclusion

L'activité physique semble avoir des effets particulièrement intéressants sur l'anxiété et la dépression. Des études doivent être réalisées afin d'approfondir et mieux caractériser ces liens. Il serait particulièrement intéressant d'étudier les effets de l'activité physique chez les personnes âgées et sur les enfants et les adolescents. L'étude de l'effet de l'activité physique sur les troubles anxieux et sur les troubles dépressifs pourrait être judicieuse dans la mesure où ces deux troubles sont souvent associés.

L'activité physique et les styles de vie actifs semblent améliorer la qualité de vie des individus ainsi que leur santé physique et mentale [7,46]. Au moins du point de vue des profils idéographiques, des patients déprimés et anxieux indiquent aussi des effets bénéfiques de l'exercice. Comme Callaghan [44] on défend que l'activité physique constitue

un type de traitement non spécifique mais avec un réel potentiel psychothérapeutique qui a été jusqu'ici trop souvent négligé.

Conflits d'intérêts : aucun

Remerciements : les auteurs remercient le Docteur Martine Bouvard pour la révision de ce texte et pour ses commentaires.

Références

- [1] U.S., Department of health, human services. Physical activity and health: A report of the surgeon general. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 1996.
- [2] Biddle SJH, Mutrie N. Psychology of physical activity: determinants, well-being and interventions. London: Rutledge; 2001.
- [3] Buffone G. Exercise as a therapeutic adjunct. In: Silva J, Weinberg R, editors. Psychological Foundations of Sport. Champaign: Human Kinetics; 1984. p. 445-51.
- [4] Taylor A. Physical activity, anxiety and stress. In: Biddle S, Fox K, Boutcher S, editors. Physical activity and psychological well-being. London: Routledge; 2000. p. 10-45.
- [5] O'Connor PJ, Raglin JS, Martinsen EW. Physical activity, anxiety and anxiety disorders. *International Journal of Sport Psychology* 2000;31:136-55.
- [6] Martinsen E. Therapeutic implications of exercise for clinically anxious and depressed patients. *International Journal of Sport Psychology* 1993;24:185-99.
- [7] Buckworth J, Dishman RK. Exercise adherence. In: Gershon G, Eklund RC, editors. *Handbook of Sport Psychology*. Third edition, New York: Wiley and Sons; 2007. p. 509-36.
- [8] Currie C, Smith R, Boyce W, Smith R. HBSC, a WHO cross national study: Research protocol for the 2001/2002 survey. Copenhagen: WHO; 2001.
- [9] Matos MG. Equipa do Projecto Aventura Social. A saúde dos adolescentes portugueses -Quatro anos depois. Lisboa: Edições FMH; 2003.
- [10] Shephard R. Physical activity, fitness and health: The current consensus. *Quest* 1995;47:288-303.
- [11] Wilmore J, Costill D. *Physiology of sport and exercise*, Third edition, Champaign, IL: Human kinetics; 2006.
- [12] DSM IV-TR. *Manual de Diagnóstico e Estatística das perturbações mentais*, texto revisto (Ed portuguesa de 2002). Lisboa: CLIMEPSI Ed; 2000.
- [13] Steptoe A, Kearsley N, Walyters N. Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men. *Psychophysiology* 1993;30:245-52.
- [14] Petruzzello SJ, Landers DM, Hatfield BD, Kubitz KA, Salazar W. A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine* 1991;11:143-82.
- [15] Smith JC, O'Connor PJ, Crabbe JB, Dishman RK. Emotional responsiveness after low- and moderate-intensity exercise and seated rest. *Med Sci Sports Exer* 2002;34:1158-67.
- [16] Kirkaldy B, Shephard R. Therapeutic implications of exercise. *International Journal of Sport Psychology* 1990;21:165-84.
- [17] Tsai S-L. Audio-visual relaxation training for anxiety, sleep, and relaxation among chinese adults with cardiac disease. *Research in Nursing and Health* 2004;27:458-68.
- [18] Broman-Fulks JJ, Berman ME, Rabian BA, Webster MJ. Effects of aerobic exercise on anxiety sensitivity. *Behaviour Research and Therapy* 2004;42:125-36.
- [19] Fukukawa Y, Nakashima C, Tsuboi S, Kozakai R, Doyo W, Niino N *et al*. Age differences in the effect of physical activity on depressive symptoms. *Psychology and Aging* 2004;19:346-51.
- [20] Ahmadi J, Samavat F, Sayyad M, Ghanizadeh A. Various types of exercise and scores on the beck depression inventory. *Psychological Reports* 2002;90:821-2.
- [21] Dunn AL, Trivedi MH, O'Neal HA. Physical activity dose-response effects of depression and anxiety. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001;33(6, Suppl):S587-97.
- [22] Wilcox S, Dowda M, Griffin SF, Rheaume C, Ory MG, Leviton L *et al*. Results of the first year of active for life: translation of 2 evidence-based physical activity programs for older adults into community settings. *American Journal of Public Health* 2006;96:1201-9.
- [23] Mutrie N, Hannah MK. The importance of both setting and intensity of physical activity in relation to non-clinical anxiety and depression. *International Journal of Health Promotion and Education* 2007;45:24-32.
- [24] Lindwall M, Rennemark M, Halling A, Berglund J, Hassmen P. Depression and exercise in elderly men and women: findings from the Swedish national study on aging and care. *Journal of Aging and Physical Activity* 2007;15:41-55.
- [25] 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. *British Medical Journal* 2001;322:763-6.
- [26] Bosscher R. Running and mixed physical exercises with depressed psychiatric patients. *International Journal of Sport Psychology* 1993;2:170-84.
- [27] Babyak M, Blumenthal JA, Herman S, Khatri P, Doraiswamy M, Moore K. Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosomatic Medicine* 2000;62:633-8.
- [28] Blumenthal JA, Babyak M, Doraiswamy PM, Watkins L, Hoffman BL, Barbour KA *et al*. Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosomatic Medicine* 2007;69:587-96.
- [29] Courneya KS, Friedenreich CM, Sela RA, Quinney HA, Rhodes RE, Handman M. The group psychotherapy and home-based physical exercise (group-hope) trial in cancer survivors: physical fitness and quality of life outcomes. *Psycho-Oncology* 2003;12:357-74.
- [30] Faulkner G, Biddle S. Exercise and depression: considering variability and contextuality. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 2004;26:3-18.
- [31] Donaghy ME. Exercise can seriously improve your mental health: fact of fiction? *Advances in Physiotherapy* 2007;9:76-88.
- [32] Callaghan P. Exercise: a neglected intervention in mental health care? *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing* 2004;11:476-83.
- [33] Van de Vliet P, Vanden Auweele Y, Knapen J, Rzewnicki R, Onghena P, Van Coppenolle H. The effect of fitness training on clinically depressed patients: an intra-individual approach. *Psychology of Sport and Exercise* 2004;5:153-67.
- [34] O'Neal H, Dunn A, Martinsen E. Depression and Exercise. *International Journal of Sport Psychology* 2000;31:110-35.
- [35] Koltyn KF. The thermogenic hypothesis. In: Morgan WP, editor. *Physical activity and mental health*. Philadelphia, PA: Taylor & Francis; 1997. p. 213-226.
- [36] Raglin JS, Morgan WP. Influence of vigorous exercise on mood state. *Behaviour Therapist* 1985;8:179-83.

- [37] Chaouloff F. Physical exercise and brain monoamines: a review. *Acta Physiologica Scandinavica* 1989;137:1-13.
- [38] Davis JM, Bailey SP. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997;29:45-57.
- [39] Soares J, Holmes PV, Renner KJ, Edwards GL, Bunnell BN, Dishman RK. Brain noradrenergic responses to footshock after chronic activity-wheel running. *Behavioral Neuroscience* 1999;113:558-66.
- [40] Dishman R. Brain monoamines, exercise and behavioral stress: animal models. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1997;29: 63-74.
- [41] Greenwood BN, Flechner M. Exercise, learned helplessness, and the stress-resistant brain. *NeuroMolecular Medicine* 2008;10:1-18.
- [42] Dietrich A. Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Research* 2006;145:79-83.
- [43] Sacco WP, Wells KJ, Vaughan CA, Friedman A, Perez S, Matthew R. Depression in adults with type 2 diabetes: The role of adherence, body mass index, and self-efficacy. *Health Psychology* 2005;24:630-4.
- [44] Ryan P. The antidepressant effects of physical activity: mediating self-esteem and self-efficacy mechanisms. *Psychology and Health* 2008;23:279-307.
- [45] Bahrke MS, Morgan WP. Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Therapy & Research* 1979;2:323-33.
- [46] Calmeiro L, Matos MG. *Psicologia do Exercício e da Saúde*. Lisboa: Visão e Contextos- Omniserviços; 2004.
- [47] Berger B, McInman A. Exercise and the quality of Life. In: Singer R, Murphy N, Tenent LK, editors. *Handbook of research on sport psychology*. New York: McMillan; 1993. p. 729-60.
- [48] Fox K. The effects of exercise on self-perceptions and self-esteem. In: Biddle S, Fox K, Boutcher S, editors. *Physical activity and psychological well-being*. London: Routledge; 2000. p. 88-117.