

MINI-REVIEW

# Physical activity and cancer

EXERCISE IS MEDICINE / ONCOLOGY



## Activité physique et cancer

**Koçer S<sub>1</sub>, Beuchat-Mamie S<sub>1</sub>, Sperisen N<sub>2</sub>, Molnar P<sub>1</sub>**

<sup>1</sup>Hôpital du Jura, Centre de Rééducation, Porrentruy

<sup>2</sup>Ligue Suisse contre le Cancer

## Abstract

This article aims to summarize the literature on the role of physical activity in cancer patients and to propose exercise programs based on studies and recommendations. Medical advances with improved early diagnosis and treatment have increased the number of cancer survivors. At the same time, the quality of life of these patients must also be improved. In the different stages of the disease physical activity has an important role to play with its beneficial effects on fatigue, physical condition, mood etc. Collaboration between health system actors and patient education are the key to success in this multi-disciplinary care.

## Résumé

Cet article a comme objectif de faire une synthèse de la littérature concernant le rôle de l'activité physique chez les patients traités d'un cancer et de proposer des programmes d'exercices à partir des études et recommandations. L'évolution de la médecine avec amélioration des moyens de diagnostic précoce et des traitements a permis d'augmenter le nombre de patients qui survivent au cancer. Parallèlement à cette évolution il faut aussi améliorer la qualité de vie de ces patients. Dans les différentes étapes de la maladie l'activité physique a un rôle important à jouer avec ses effets bénéfiques sur la fatigue, la condition physique, l'humeur etc. La collaboration entre les acteurs du système de santé, l'information et l'éducation des patients constituent la clé du succès dans cette prise en charge pluridisciplinaire.

## Zusammenfassung

Dieser Artikel zielt darauf ab, die Literatur über die Rolle der körperlichen Aktivität bei Krebspatienten zusammenzufassen und Trainingsprogramme vorzuschlagen, die auf Studien und Empfehlungen basieren. Medizinische Fortschritte mit verbesserter Früherkennung und Behandlung haben die Zahl der Krebsüberlebenden erhöht. Gleichzeitig muss auch die Lebensqualität dieser Patienten verbessert werden. In den verschiedenen Stadien der Erkrankung spielt die körperliche Aktivität, mit ihren positiven Auswirkungen auf Müdigkeit, körperliche Verfassung, Stimmung usw., eine wichtige Rolle. Die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren des Gesundheitswesens, die Patienteninformation und die Aufklärung sind der Schlüssel zum Erfolg dieser multidisziplinären Versorgung.

This article was first published in "Praxis" 2018; 107(17-18) and is reproduced here with the kind permission of Hogrefe AG.

Dieser Beitrag wurde zuerst in «Praxis» 2018; 107(17-18) publiziert. Zweitveröffentlichung mit Zustimmung der Hogrefe AG.

## Introduction

En Suisse, on compte chaque année environ 40 000 nouveaux cas de cancer et 16 000 décès suite à un cancer. Selon l'office fédéral de la santé publique Suisse, 317 000 personnes ont des antécédents de cancer et le taux de survie à cinq ans s'élève à 65% chez l'homme et 68% chez la femme en 2012–2016 ([www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)). Les patients atteints de cancer et les survivants souffrent des effets indésirables des

traitements, mais également des conséquences de leur maladie. Chez certains patients notamment avec des comorbidités associées, les troubles peuvent persister au long cours [1,2].

L'activité physique est un des moyens qui doit être proposé au patient. Son rôle bénéfique sur certains symptômes comme la fatigue a été démontré dans de nombreuses études comme le rapporte la revue systématique de Stout en 2017 [3]. Depuis la première étude observationnelle de MacVicar et Winningham en 1986 (citée dans l'article de Gerber en 2017 [4]) montrant l'effet bénéfique de l'exercice chez la femme avec un cancer du sein, de nombreuses études ont été publiées en ce sens dans la prévention et dans l'amélioration de certains symptômes de la maladie [5].

Les études mentionnent souvent l'activité physique ou exercice. L'activité physique est définie comme tout mouvement augmentant la dépense énergétique (par exemple: marcher) tandis que l'exercice est considéré comme une activité physique structurée.

Malgré de nombreuses publications, il n'existe pas encore de consensus, mais il existe de nombreuses recommandations quant à la structure, la période, l'intensité et la durée optimale des exercices. Quasiment tous les auteurs s'accordent pour dire que les exercices doivent être adaptés à la pathologie, à l'état général et aux capacités physiques de la personne [3].

## **L'intérêt et les limites de l'activité physique sur fatigue liée au cancer**

La fatigue liée au cancer et aux traitements du cancer concerne un grand nombre de patients et persiste chez 30% d'entre eux à distance de leur diagnostic et traitement. Elle peut avoir un impact sur la performance physique (faiblesse, fatigue), sur l'humeur (dépression, anxiété), sur la motivation, sur le fonctionnement cognitif et sur les relations sociales. Un grand nombre d'études est en faveur d'un effet bénéfique de l'activité physique sur la fatigue [4,6]. Récemment, Mustian et ses collaborateurs, dans une méta-analyse ont reporté le bénéfice de l'exercice et les interventions psychologiques comparés au traitement pharmaceutique. L'exercice et la prise en charge psychologique sont effectifs pour diminuer la fatigue relative au cancer pendant et après le traitement du cancer, quel que soit l'âge et le type de cancer dont le patient est atteint. Le traitement pharmaceutique n'a aucun bienfait sur la fatigue [7].

Andersen et collaborateurs ont étudié en 2012 l'effet d'un programme d'exercice de six semaines supervisé et multimodale chez les patients sous chimiothérapie. L'amélioration a été considérée significative sur le score de fatigue [8].

D'après Gerber en 2017, c'est l'exercice qui a le plus fait ses preuves dans le traitement de la fatigue relative au cancer. Les exercices aérobiques, d'endurance et multimodaux avec une intensité élevée sont probablement les plus efficaces pour le traitement de la fatigue. Ces exercices ont montré leur efficacité et leur innocuité pendant, après et à distance du traitement chez des patients atteints de cancer. Le collège de médecine de sport américaine recommande une intensité équivalente à 60–85% de fréquence cardiaque maximale pour au moins trois fois par semaine [4].

La méta-analyse faite par Puetz en 2012 est aussi en faveur de l'exercice sur la fatigue liée au cancer avec une diminution significative pendant et après le traitement du cancer [9].

Dans la revue Cochrane 2012, 56 études avec 4068 participants ont été analysées. Le bénéfice de l'exercice a été statistiquement significatif entre le groupe avec exercices et le groupe contrôle. Parmi ces 56 études, 25 ont inclus un programme réalisé pendant le traitement du cancer avec des résultats en faveur de cette période de traitement. Dans les études qui ont analysé l'effet de l'exercice après le traitement du cancer, l'amélioration était aussi statistiquement significative. Dans les études concernant le cancer de prostate et

cancer du sein, l'exercice était bénéfique comparé au groupe contrôle. Par contre, dans les quelques études concernant le cancer du système hématologique, il n'y avait pas de différence marquante entre le groupe exercice et le groupe contrôle [10].

L'effet à long terme de l'exercice sur la fatigue est un sujet de controverse, l'efficacité n'a pas été maintenue durant toutes les études.

## **Qualité de vie**

Dans la revue systématique Cochrane en 2012 par Cramp, 35 des 56 études n'ont trouvé aucune différence significative dans les scores de qualité de vie entre les deux groupes. Dans 17 autres études, l'exercice est bénéfique sur la qualité de vie en comparaison avec le groupe contrôle [10].

Les études sont majoritairement en faveur d'une amélioration de la qualité de vie grâce à l'exercice. Dans l'article de Speed en 2009, la qualité de vie est améliorée avec l'activité physique chez les patients atteints de cancer du sein, de la prostate ou hématologique. Les auteurs notent un maintien de la qualité de vie au long cours avec l'activité physique [11].

## **Aspects psychologiques (anxiété, dépression)**

Dans la revue Cochrane 2012, parmi les 56 études analysées, les 19 articles pris en compte ne reportent pas de différences significatives concernant le paramètre anxiété entre le groupe test et le groupe contrôle [10]. En 2002, Burnham reporte que l'anxiété diminue dans le temps avec l'exercice mais sans différence significative avec le groupe contrôle [12]. Dernièrement, Milne en 2008 et Oh en 2010 ont reporté des résultats statistiquement significatifs du groupe exercice comparé au groupe contrôle sur l'anxiété [13,14]. Dans la revue Cochrane 2012, parmi les 56 études, 28 ont inclus une échelle de dépression. 19 d'entre-elles n'ont pas trouvé de différences significatives entre le groupe intervention et le groupe contrôle. Trois études reportent une différence en faveur du groupe exercice [10].

Dans les paramètres psychologiques, l'utilisation des différentes échelles peut expliquer les résultats discordants.

## **Marqueurs biologiques et facteurs inflammatoires**

Certaines études sont en faveur d'une amélioration des profils de biomarqueurs avec l'exercice (insulin-like growth factor IGF [15–20], augmentation des cellules CD-4 [15], diminution des marqueurs inflammatoires [21–23]. Les exercices de niveau modéré à important ont été jugés plus efficaces que les exercices de basse intensité ou groupe sans exercice [16,24].

## **Toxicité cardiovasculaire due aux traitements**

La toxicité des traitements médicamenteux peut amener à des dysfonctions cardiaques et la mortalité par des problèmes cardiovasculaires reste élevée chez les personnes atteintes de cancer au-delà de cinq ans de survie [25].

Dans la revue de Chen en 2016, sur le rôle des exercices aérobiques et la cardiotoxicité des anthracyclines, la conclusion est en faveur des exercices aérobiques pour diminuer les effets cardiovasculaires de ces

traitements. Ces exercices réalisés avant, pendant et après le traitement ont un rôle cardio-protecteur [26].

## **Prévention**

L'activité physique régulière fait partie des recommandations dans la réduction du risque de cancer du sein, du côlon et endométrial. La société américaine de cancer recommande au moins 150 minutes d'activité modérée par semaine ou 75 minutes d'activité à intensité élevée pour pouvoir bénéficier de cet effet préventif [5].

Friedenreich et collaborateurs notent un effet dose dépendant avec une meilleure protection contre le cancer du côlon, du sein et endométrial avec augmentation du niveau d'activité. Le même auteur dans son étude trouve un niveau d'évidence relativement élevé pour la prévention du cancer du côlon, probable pour le sein et cancer endométrial et possible pour le cancer des ovaires, prostate et poumon. La réduction du risque pour ces sites de cancer est de l'ordre de 10–30% avec l'activité physique [27].

## **Le pronostic du cancer**

Les études concernant le rôle de l'activité physique dans le pronostic ont surtout concerné le cancer du sein. Les femmes atteintes d'un cancer du sein ayant pratiqué une activité physique régulière après le diagnostic ont eu un intervalle plus long de rémission [28]. Dans une étude plus récente de Ballard-Barbash, l'activité physique dans le cancer du sein était associée à une réduction de mortalité liée au cancer du sein ou liée à une autre cause [29]. Denlinger dans sa revue d'article reporte une diminution de récurrence du cancer du côlon et de mortalité dans sept études [30].

## **Les risques de l'activité physique**

Dans le cancer du sein, pendant la chimiothérapie ou radiothérapie ou après traitement, toutes les études ont conclu à la non-nocivité de l'activité physique. Des résultats similaires ont été trouvés pour le cancer de prostate. Il est néanmoins important de bien évaluer le patient et prendre en compte les facteurs de comorbidités comme obésité, diabète, les conséquences et les complications de la maladie comme les métastases osseuses, les risques de fracture, l'état général et la fatigue du patient afin d'adapter le programme et d'éviter les conditions à risque [5].

## **Les programmes et les recommandations:**

### **type d'exercice et durée**

Les activités usuelles sont celles qui sont pratiquées de manière régulière dans le cadre de la routine quotidienne. Nous distinguons les activités réalisées au travail (par exemple la marche du parking au lieu de travail), les activités réalisées à la maison (par exemple monter les escaliers), les activités de la vie quotidienne telles que s'habiller ou se laver. Ces activités sont jugées à basse intensité et sont de courte durée. A cela, nous pouvons ajouter d'autres activités intentionnelles (les exercices comme le fitness, le vélo, la course à pied) qui peuvent être d'intensité moyenne à haute [31].

Selon Blair en 1992 et Hootman en 2001, un adulte sédentaire devrait réaliser des activités physiques

d'intensité moyenne à haute 5 jours par semaine minimum avec une durée de 30 minutes afin d'obtenir des bénéfices sur le plan cardiovasculaire [32,33]. Dans la prévention du cancer notamment du côlon et du sein, le taux d'activités devrait représenter 45–60 minutes d'exercices par jour [34].

Il existe également une possibilité d'inclure des traitements alternatifs dans le programme d'entraînement tels que le yoga, le tai-chi ou encore le Qi gong. Les bénéfices de ces pratiques sont particulièrement importants dans le domaine affectif et psychosocial [23,35,36]. Dans la revue systématique de Pan en 2017, les bénéfices de la pratique du Yoga en tant que traitements alternatifs ont été démontrés. Il diminue l'anxiété, la dépression, les symptômes gastro-intestinaux et améliore la qualité de vie [35].

## Intensité

Selon la revue systématique de Stout et al. de nombreuses études sont en faveur des exercices aérobics avec une intensité modérée à haute en comparaison avec les groupes contrôles n'ayant pas eu d'exercices ou des exercices à faible intensité. Les exercices d'intensité modérée à haute démontrent une amélioration de la condition physique y compris la Vo<sub>2</sub>max, la force musculaire et l'endurance ainsi qu'une amélioration des fonctions immunitaires. Par contre, un programme d'exercice à faible intensité a montré des résultats positifs sur la dépression, l'anxiété et la condition physique chez des patients déconditionnés [3].

## Planification du programme d'activité physique

Il existe plusieurs phases de planification des programmes d'activités physiques pour les patients atteints d'un cancer. Le programme peut avoir lieu avant le début des traitements, pendant la phase de traitement ou encore après la fin des traitements. Les effets sont différents en fonction de la période de prise en charge, et dans tous les cas il existe des éléments favorables et défavorables à certaines phases du traitement (*tableau 1*) [3].

Certaines équipes proposent une réhabilitation précoce (préhabilitation en anglais) qui débute entre le diagnostic et le traitement chirurgical. L'objectif d'une réhabilitation précoce est d'améliorer les conditions physiques du patient afin de préparer un traitement agressif et diminuer la durée du séjour et les complications [37].

## Supervision

Les études de la revue systématique de Stout en 2017 ont montré que les bénéfices sont plus importants lorsque les exercices sont réalisés sous supervision, notamment en ce qui concerne la qualité de vie et l'adhésion au programme thérapeutique. Les résultats ont également montré des bénéfices sur les facteurs physiques et psychosociaux [3,38–41].

Cadre de référence pour les exercices de lutte contre le cancer <sup>†</sup>		
Au moment du diagnostic (pré-traitement, préhabilitation)	Durant le traitement du cancer	Après le traitement du cancer
<p><b>Tous les patients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer la condition physique et la fatigue</li> <li>• Mesurer cliniquement l'endurance et la fonctionnalité</li> <li>• Contrôler pour établir des paramètres de sécurité adéquats pour les interventions d'exercices<sup>†</sup></li> </ul>	<p><b>Tous les patients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer la condition physique et la fatigue</li> <li>• Mesurer cliniquement l'endurance et la fonctionnalité</li> <li>• Contrôler les atteintes fonctionnelles dues aux effets secondaires du traitement</li> </ul>	<p><b>Tous les patients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer l'endurance et les mesures fonctionnelles</li> <li>• Contrôler les effets tardifs et les atteintes fonctionnelles liés au traitement passé ou en cours</li> </ul>
<p><b>Exercices de préhabilitation<sup>°</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices d'aérobic d'intensité modérée, 3-5 fois/semaine, +/- exercices de résistance</li> <li>• Non supervisés</li> </ul>	<p><b>Exercices pour maintenir ou améliorer l'endurance<sup>°</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices d'aérobic d'intensité modérée à vigoureuse, 3-5 fois/semaine (150 min/sem)</li> <li>• Supervisés ou non selon le statut fonctionnel et les effets secondaires du traitement</li> </ul> <p><b>Exercices de reconditionnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices basés sur le mouvement/exercices de résistance progressifs</li> <li>• Exercices d'aérobic d'intensité modérée à vigoureuse</li> <li>• Supervisés</li> </ul> <p><b>Exercices thérapeutiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indiqués sur la base d'une atteinte fonctionnelle pressentie ou d'une invalidité</li> <li>• Thérapie individuelle (sophrologie, drainage lymphatique, physiothérapie respiratoire, éducation thérapeutique)</li> <li>• Thérapie en groupe (Tai-Chi, équilibre, balnéothérapie)</li> <li>• Supervisés</li> <li>• Sélection proactive de la population à risque d'atteinte, incluant la mobilisation précoce des membres supérieurs pour le cancer du sein, des exercices de résistance progressifs pour les membres supérieurs et les épaules pour la population atteinte de cancers de la tête, du cou et du sein</li> </ul>	<p><b>Exercices pour maintenir ou améliorer l'endurance<sup>°</sup></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices d'aérobic d'intensité modérée à vigoureuse, +/- exercices de résistance, 3-5 fois/semaine (150 min/sem)</li> <li>• Supervisés ou non</li> </ul> <p><b>Exercices de reconditionnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercices basés sur le mouvement</li> <li>• Supervisés</li> <li>• Intensité spécifique au niveau de déconditionnement</li> </ul> <p><b>Exercices thérapeutiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indiqués sur la base d'une atteinte fonctionnelle pressentie ou d'une invalidité</li> <li>• Thérapie individuelle (sophrologie, drainage lymphatique, physiothérapie respiratoire, éducation thérapeutique)</li> <li>• Thérapie en groupe (Tai-Chi, équilibre, balnéothérapie)</li> <li>• Supervisés</li> <li>• Contrôle des atteintes fonctionnelles spécifiques liées aux effets secondaires tardifs du traitement</li> </ul>
<p><sup>°</sup> Comme recommandé par le guide d'exercices pour les survivants du cancer de l'American College of Sport Medicine</p> <p><sup>†</sup> Toutes les interventions doivent être précédées par une évaluation clinique pour identifier les aspects de sécurité, de précautions et de contre-indications</p>		

Tableau 1: Planification des programmes d'activité physique en fonction de la phase de traitement (adapté de Stout, 3)

## Adhésion

Le changement de comportement afin d'adopter un style de vie plus sain est compliqué à opérer, et malgré les nombreux bénéfices apportés par l'exercice physique régulier,

l'adhésion des patients aux programmes d'activités physiques est faible [42,43]. De nombreuses limites telles que la fatigue, le manque de temps ou encore l'inconfort ont été reportées [42,44,45]. Les facteurs propices à une adhésion élevée aux programmes d'exercices sont les facteurs socio-démographiques, physiques, physiologiques et de comportement, le soutien de la famille et le suivi par un professionnel, la condition physique, l'auto-efficacité, une grande motivation et être non-fumeur [2].

## **Programme de réhabilitation**

Le tableau 1 représente un programme type adapté de la revue systématique de Stout et du collègue américain de médecine du sport.

## **Le réseau**

Un travail en réseau est indispensable afin d'atteindre un plus grand nombre de patients et d'optimiser les moyens. La Ligue Suisse contre le cancer apporte un support important dans ce sens. Elle s'assure que chaque programme de réadaptation propose un reconditionnement physique via une activité physique adaptée. Elle soutient également des groupes de sport régionaux post-réadaptation et s'engage pour la formation des professionnels de l'activité physique (formation de base sur le thème du Cancer, sport & mouvement). Pour que les personnes sachent comment rester actives physiquement la Ligue met aussi à disposition du matériel d'information.

## **Conclusion**

Le diagnostic précoce et les progrès thérapeutiques ont permis d'améliorer le pronostic du patient atteint de cancer. Le nombre de survivants a ainsi augmenté. Ces patients présentent des symptômes liés à leur maladie ou à leurs traitements qui diminuent leur qualité de vie.

L'activité physique a comme objectif d'améliorer la qualité de vie des patients à travers son action sur la fatigue, les performances physiques, l'autonomie et l'état psychologique. D'autre part, elle agit également sur les facteurs de comorbidités associés tels que l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires.

Même s'il existe des recommandations concernant les programmes d'exercices (intensité, durée, fréquence, ...), la rééducation doit être adaptée à l'état de santé de chaque patient.

Le programme doit également contenir une partie d'éducation thérapeutique afin d'assurer que le patient suive les recommandations au long cours.

## **Contact auteur**





Dr. Serdar Koçer  
Centre de Rééducation  
Hôpital du Jura, Chemin de l'Hôpital 9  
2900 Porrentruy, serdar.kocer@h-ju.ch

Manuskript akzeptiert: 04.07.2018

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte bestehen.

## Bibliographie

1. Guo Y, Fu JB, Guo H, Camp J, Shin KY, Tu S-M, et al.: Postacute care in cancer rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2017;28:19-34.
2. Ormel HL, van der Schoot GGF, Sluiter WJ, Jalving M, Gietema JA, Walenkamp AME: Predictors of adherence to exercise interventions during and after cancer treatment: A systematic review. *Psychooncology* 2018;27:713-724.
3. Stout NL, Baima J, Swisher AK, Winters-Stone KM, Welsh J: A systematic review of exercise systematic reviews in the cancer literature (2005-2017). *PM R* 2017;9:347-384.
4. Gerber LH: Cancer-Related Fatigue. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2017;28:65-88.
5. Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, Demark-Wahnefried W, Galvão DA, Pinto BM, et al.: American College of Sports Medicine Roundtable on Exercise Guidelines for Cancer Survivors: *Med Sci Sports Exerc* 2010 Jul;42:1409-1426.
6. Cella D, Lai J, Chang C-H, Peterman A, Slavin M. Fatigue: in cancer patients compared with fatigue in the general United States population. *Cancer* 2002;94:528-538.
7. Mustian KM, Alfano CM, Heckler C, Kleckner AS, Kleckner IR, Leach CR, et al.: Comparison of pharmaceutical, psychological, and exercise treatments for cancer-related fatigue: a meta-analysis. *JAMA Oncol* 2017;3:961.
8. Andersen C, Rørth M, Ejlersen B, Stage M, Møller T, Midtgaard J, et al.: The effects of a six-week supervised multimodal exercise intervention during chemotherapy on cancer-related fatigue. *Eur J Oncol Nurs* 2013;17:331-339.
9. Puetz TW, Herring MP. Differential effects of exercise on cancer-related fatigue during and following treatment: *Am J Prev Med* 2012;43:e1-24.
10. Cramp F, Byron-Daniel J: Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 [cited 2018 May 14]. doi: 10.1002/14651858.CD006145.pub3
11. Speed-Andrews AE, Courneya KS: Effects of exercise on quality of life and prognosis in cancer survivors: *Curr Sports Med Rep*. 2009;8:176-181.
12. Burnham TR, Wilcox A: Effects of exercise on physiological and psychological variables in cancer

- survivors. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):1863-1867.
13. Milne HM, Wallman KE, Gordon S, Courneya KS: Effects of a combined aerobic and resistance exercise program in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat.* 2008;108:279-288.
  14. Oh B, Butow P, Mullan B, Clarke S, Beale P, Pavlakis N, et al.: Impact of Medical Qigong on quality of life, fatigue, mood and inflammation in cancer patients: a randomized controlled trial. *Ann Oncol* 2010;21:608-614.
  15. Cheema B, Gaul CA, Lane K, Fiatarone Singh MA: Progressive resistance training in breast cancer: a systematic review of clinical trials. *Breast Cancer Res Treat* 2008;109:9-26.
  16. Fong DYT, Ho JWC, Hui BPH, Lee AM, Macfarlane DJ, Leung SSK, et al.: Physical activity for cancer survivors: meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2012;344:e70.
  17. Guinan EM, Connolly EM, Hussey J: Exercise training in breast cancer survivors: a review of trials examining anthropometric and obesity-related biomarkers of breast cancer risk. *Phys Ther Rev* 2013;18:79-89.
  18. Speck RM, Courneya KS, Mâsse LC, Duval S, Schmitz KH: Erratum to: An update of controlled physical activity trials in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *J Cancer Surviv* 2011;5:112.
  19. Spence RR, Heesch KC, Brown WJ: Exercise and cancer rehabilitation: A systematic review. *Cancer Treat Rev.* 2010;36:185-194.
  20. Zhu G, Zhang X, Wang Y, Xiong H, Zhao Y, Sun F: Effects of exercise intervention in breast cancer survivors: a meta-analysis of 33 randomized controlled trials. *OncoTargets Ther* 2016;2153.
  21. Cramer H, Lauche R, Klose P, Dobos G, Langhorst J. A: systematic review and meta-analysis of exercise interventions for colorectal cancer patients: Meta-analysis of exercise for colorectal cancer. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2014;23:3-14.
  22. Meneses-Echavez JF, Correa-Bautista JE, Gonzalez-Jimenez E, Schmidt Rio-Valle J, Elkins MR, Lobelo F, et al.: The effect of exercise training on mediators of inflammation in breast cancer survivors: a systematic review with meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2016;25:1009-1017.
  23. Zimmer P, Baumann FT, Oberste M, Wright P, Garthe A, Schenk A, et al.: Effects of exercise interventions and physical activity behavior on cancer related cognitive impairments: a systematic review. *BioMed Res Int* 2016;2016:1-13.
  24. De Backer IC, Schep G, Backx FJ, Vreugdenhil G, Kuipers H: Resistance training in cancer survivors: A Systematic Review. *Int J Sports Med* 2009;30:703-712.
  25. Scott JM, Nilsen TS, Gupta D, Jones LW: Exercise therapy and cardiovascular toxicity in cancer. *Circulation* 2018;137:1176-1191.
  26. Chen JJ, Wu P-T, Middlekauff HR, Nguyen K-L: Aerobic exercise in anthracycline-induced cardiotoxicity: a systematic review of current evidence and future directions. *Am J Physiol-Heart Circ Physiol* 2017;312:H213-222.
  27. Friedenreich CM: Physical activity and cancer prevention: from observational to intervention research. *Cancer Epidemiol Biomark Prev Publ Am Assoc Cancer Res Cosponsored Am Soc Prev Oncol.* 200;10:287-301.
  28. Eickmeyer SM, Gamble GL, Shahpar S, Do KD: The role and efficacy of exercise in persons with cancer. *PM R* 2012;4:874-881.
  29. Ballard-Barbash R, Friedenreich CM, Courneya KS, Siddiqi SM, McTiernan A, Alfano CM: Physical activity, biomarkers, and disease outcomes in cancer survivors: a systematic review. *JNCI J Natl Cancer Inst* 2012;104:815-40.
  30. Denlinger CS, Engstrom PF. Colorectal cancer survivorship: movement matters: *Cancer Prev Res (Phila Pa)* 2011;4:502-511.
  31. Kushi LH, Doyle C, McCullough M, Rock CL, Demark-Wahnefried W, Bandera EV, et al.: American Cancer Society guidelines on nutrition and physical activity for cancer prevention: Reducing the risk

- of cancer with healthy food choices and physical activity. *CA Cancer J Clin* 2012;62:30-67.
32. Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, Paffenbarger RS: How much physical activity is good for health? *Annu Rev Public Health*. 1992;13(1):99-126.
  33. Hootman JM: Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk of musculoskeletal injury. *Am J Epidemiol*. 2001;154:251-8.
  34. Vainio H: International Agency for Research on Cancer, International Agency for Research on Cancer (eds): Weight control and physical activity. Lyon; IARC Press: 2002.
  35. Pan Y, Yang K, Wang Y, Zhang L, Liang H: Could yoga practice improve treatment-related side effects and quality of life for women with breast cancer? A systematic review and meta-analysis: Benefits of yoga for breast cancer. *Asia Pac J Clin Oncol* 2017;13:e79-95.
  36. Shneerson C, Taskila T, Gale N, Greenfield S, Chen Y-F: The effect of complementary and alternative medicine on the quality of life of cancer survivors: A systematic review and meta-analyses. *Complement Ther Med* 2013;21:417-429.
  37. Carli F, Silver JK, Feldman LS, McKee A, Gilman S, Gillis C, et al.: Surgical Prehabilitation in Patients with Cancer. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2017;28:49-64.
  38. Buffart LM, Kalter J, Sweegers MG, Courneya KS, Newton RU, Aaronson NK, et al.: Effects and moderators of exercise on quality of life and physical function in patients with cancer: An individual patient data meta-analysis of 34 RCTs. *Cancer Treat Rev*. 2017;52:91-104.
  39. Chipperfield K, Brooker J, Fletcher J, Burney S.: The impact of physical activity on psychosocial outcomes in men receiving androgen deprivation therapy for prostate cancer: A systematic review. *Health Psychol* 2014;33:1288-1297.
  40. Scott DA, Mills M, Black A, Cantwell M, Campbell A, Cardwell CR, et al.: Multidimensional rehabilitation programmes for adult cancer survivors. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 [cited 2018 Jun 4]; doi: 10.1002/14651858.CD007730.pub2
  41. van Vulpen JK, Peeters PHM, Velthuis MJ, van der Wall E, May AM: Effects of physical exercise during adjuvant breast cancer treatment on physical and psychosocial dimensions of cancer-related fatigue: A meta-analysis. *Maturitas* 2016;85:104-111.
  42. Courneya KS, McKenzie DC, Reid RD, Mackey JR, Gelmon K, Friedenreich CM, et al.: Barriers to supervised exercise training in a randomized controlled trial of breast cancer patients receiving chemotherapy. *Ann Behav Med* 2008;35:116-122.
  43. Irwin ML, Cadmus L, Alvarez-Reeves M, O'Neil M, Mierzejewski E, Latka R, et al.: Recruiting and retaining breast cancer survivors into a randomized controlled exercise trial: The Yale Exercise and Survivorship Study. *Cancer*. 2008;112:2593-2606.
  44. Buffart LM, Galvão DA, Brug J, Chinapaw MJM, Newton RU.: Evidence-based physical activity guidelines for cancer survivors: Current guidelines, knowledge gaps and future research directions. *Cancer Treat Rev* 2014;40:327-340.
  45. Courneya KS, Friedenreich CM, Quinney HA, Fields ALA, Jones LW, Vallance JKH, et al.: A Longitudinal study of exercise barriers in colorectal cancer survivors participating in a randomized controlled trial. *Ann Behav Med* 2005;29:147-153.