

Los efectos del ejercicio físico sobre el cáncer: una revisión

* Estudiante del Doctorado en Ciencias del Ejercicio,
Universidad de Nor Colorado (USA)

** Master de Ciencias en Ciencias del Ejercicio,
Universidad de Nor Colorado (USA)

*** Profesor Asistente: Universidad Católica de Brasilia
Doctorado

en Ciencias del Ejercicio Universidad de Nuevo México
(USA)
(Brasil)

Claudio Battaglini *

batt6879@unco.edu

Becca Battaglini **

beccabattaglini@hotmail.com

Martim Bottaro ***

martim@ucb.br

Esta revisión comprehensiva de la literatura tiene el propósito de compilar estudios actuales en el área del cáncer y los efectos del ejercicio como medio de intervención en la rehabilitación de los pacientes.

Para el propósito de organización, esta revisión de la literatura se divide en 6 secciones: una breve definición de cáncer, los tratamientos disponibles más comunes para el cáncer, el impacto de la fatiga en los pacientes de cáncer, beneficios del ejercicio para pacientes cancerosos, como los beneficios del ejercicio puede revertir los efectos del tratamiento contra el cáncer y finalmente una conclusión.

Texto original en inglés. Traducido por [Rodrigo Ramírez](#), Licenciado en Educación Física, alumno inscripto en el Magister de Fisiología del Ejercicio impartido en la Universidad Andrés Bello de Santiago (Chile).

Colaboraron también: [Dr. Juan Gaqneten](#) y [MSc. Angela Aisenstein](#)

<http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 9 - N° 61 - Junio de 2003

Definición de cáncer

Cáncer es el crecimiento de tejido nuevo resultante de una continua y rápida producción de células anormales que invaden y destruyen tejidos específicos. Cáncer, que puede provenir desde cualquier tipo de célula en cualquier tejido corporal, no es una enfermedad individual sino que incluye un largo número de enfermedades clasificadas de acuerdo al tejido y tipo de célula en donde un nuevo crecimiento ocurre (22). Varios cientos de clases de cáncer existen, constituyendo (pero no limitados a) 3 subtipos principales: carcinomas, sarcomas y leucemia/linfomas. Los carcinomas representan aproximadamente el 85% de todos los tumores malignos, los sarcomas aproximadamente el 6% y leucemia/linfomas el 5%.

Tratamiento contra el cáncer

Existen tres principales tratamientos contra el cáncer disponibles para pacientes: cirugía, quimioterapia y radiación. Un acercamiento en el tratamiento del cáncer es remover todas las células malignas con cirugía. En el pasado esto significaba remover todo el tejido involucrado y la mayor cantidad de tejido potencialmente involucrado que fuese posible, incluyendo tejidos adyacentes y nodos linfáticos. Sin embargo para algunos tumores, notablemente el cáncer de las mamas, no siempre es necesaria cirugía radical como la mastectomía. Refinamientos en técnicas quirúrgicas, conocimiento mejorado de fisiología, avances en anestesiología, productos sanguíneos inmediatamente disponibles y potentes antibióticos han permitido menos cirugías extensivas, con más rápida recuperación y menos inhabilidad (7).

El tratamiento con radiación es comúnmente utilizado para destruir cualquier célula que pudo haber sido dejada atrás luego de una cirugía. El uso de radiación depende del tipo de cáncer y de cuan lejos se ha expandido y es usualmente recomendado para pacientes en los cuales el cáncer se ha expandido fuera del órgano que fue inicialmente removido. La radiación no es siempre precedida por cirugía (pero puede ser administrada a un paciente antes de que cualquier otro tratamiento sea administrado).

En el espectro electromagnético, los rayos-X tienen una muy alta-energía y una onda de longitud muy corta y ellos producen la ionización de átomos que ocurre cuando un rayo de radiación pasa a través de tejidos biológicos (25). Cuando rayos de radiación pasan a través de tejidos vivos, variando las características de la fuente de radiación, se puede controlar la intensidad, duración y sitio de estos eventos ionizadores. Este control permite que ocurra la destrucción deliberada de células.

Los eventos fisicoquímicos que toman lugar con el daño celular inducido por radiación están lejos de ser comprendidos. Aunque hay pocas dudas de que el sitio objetivo importante es el DNA nuclear, es menos común para el daño a ser infligido como resultado de un impacto directo. Más comúnmente, los efectos son indirectos, resultando en la producción de radicales libres inestables, altamente reactivos y de vida corta, los cuales producen destrucción de las moléculas normales de DNA con las cuales ellos rápidamente reaccionan (25). Fatiga, náusea y padecimientos en la piel son algunos efectos secundarios usuales de la terapia de radiación.

Quimioterapia es el uso de drogas citotóxicas en el tratamiento de cáncer y es un tratamiento sistémico, no localizado (cirugía y radiación). Las drogas usadas en la quimioterapia son más activas contra células de división frecuente (24). Las células normales, con cambios de crecimiento rápido, que son más comúnmente afectadas por agentes de la quimioterapia incluyen: médula ósea (plaquetas y células sanguíneas blancas y rojas), folículos pilosos, la capa mucosa del tracto gastrointestinal (TG), piel y células germinales (espermias y ovarios) (29).

Las drogas citotóxicas, o quimioterapia, dañan la integridad reproductiva de las células. Los tumores de crecimiento rápido son más propensos a responder con el tratamiento. La explicación del porque algunos tipos de cáncer (linfoma, testicular y leucemia) son sensitivos a drogas citotóxicas y otros tipos no (pancreático y cáncer de colon) es ciertamente no solo debido a la cinética celular (24). Esta diferencia puede también estar relacionada a mecanismos por los cuales la respuesta a la muerte celular es invocada, lo cual puede diferir en eficiencia o expresión en un tumor comparado con otro. Algunas drogas (por ejemplo, methotrexate) son solo efectivas en una fase particular del ciclo celular, como durante la síntesis de DNA, mientras otras (agentes alquilantes) exhiben algunas acciones incluso contra células en reposo (4).

Quimioterapia, radiación y en algunas ocasiones la cirugía, pueden causar daños a tejidos sanos. Algunos de los efectos secundarios de largo alcance del tratamiento contra el cáncer incluyen: cardiotoxicidad, toxicidad pulmonar, alteraciones musculoesqueléticas y toxicidad del sistema endocrino.

La cardiotoxicidad es principalmente encontrada en pacientes recibiendo quimioterapia, especialmente con drogas que son ampliamente utilizadas para tratar cáncer de mamas, ovarios, linfomas/leucemia y osteosarcomas (4). Existen diferentes modos por los cuales se puede producir una lesión al corazón mediante el tratamiento de quimioterapia. Un lugar donde se produce daño es en la miofibrilla cardiaca. En el miocito, el retículo sarcoplasmático se inflama y entonces el daño a la miofibrilla cardiaca resulta en degeneración de las mitocondrias y núcleo y pérdida de la contractibilidad miofibrilar. Otro cambio bioquímico es un descenso de la enzima glutaminoperoxidasa (la enzima que convierte sustancias tóxicas en sustancias inofensivas) resultando en el daño de las membranas celulares del corazón por radicales libres destructivos (4). Se ha sugerido que existe una unión preferencial de estos radicales libres con las mitocondrias de las células cardiacas, causando daños y posibles alteraciones en el flujo del calcio a través de los canales de la membrana. A medida que más miofibrillas se pierden, el

músculo cardíaco debe trabajar más duro para compensar la pérdida de la habilidad de bombeo y el incremento en el corazón se traducen en un incremento de las demandas de oxígeno. Todo daño cardíaco, en su mayoría, es irreversible (5).

Es improbable que ocurra una cardiotoxicidad inducida por radiación. Sin embargo, parece existir un efecto sinérgico entre quimioterapia y radiación (5). Muchos pacientes sufren cardiotoxicidad desde niveles medios hasta niveles indetectables. Con cardiotoxicidad, aproximadamente el 10% de los casos reportados son fatales, tanto para quimioterapia como para las inducidas por radiación.

El tipo de quimioterapia que se usa para cáncer de piel y de pulmón ha demostrado contribuir a la toxicidad pulmonar (4). En los pulmones, existe una disminución en los neumocitos tipo I y una distribución e incremento en los neumocitos tipo II en el espacio alveolar. Los efectos duraderos de la quimioterapia pueden causar que el septo alveolar disminuya en tamaño y número. También, hay un incremento en la cantidad de colágeno secretado por los fibroblastos intersticiales, resultando en una fibrosis intersticial generalizada de los pulmones (4). Si el daño continúa, los estados terminales de la fibrosis intersticial revelan daño en el alveolo y espacios aéreos dilatados, seguido por un engrosamiento, endurecimiento del intersticio (4). La disfunción pulmonar causada por la quimioterapia es restrictiva, con una disminución del volumen pulmonar, un incremento en el trabajo respiratorio y se perjudica el intercambio respiratorio.

Los efectos de la radiación en la función pulmonar usualmente se desarrollan 2 a 3 meses luego del tratamiento (5). Proteger (escudando) los pulmones durante el tratamiento de radiación ayudará a reducir la exposición y a disminuir la incidencia de toxicidad. Desafortunadamente esto es una solución impráctica. Proteger los pulmones puede incrementar la recaída del paciente, ya que células tumorales escondidas pueden estar presentes en el área protegida (escudada) (5).

Alteraciones musculoesqueléticas pueden ocurrir con quimioterapia y radiación. Radiación desigual (desequilibrada) a las vértebras, tejidos blandos y músculos (ej.: radiación hacia un lado del cuerpo) para el tratamiento de tumores intra abdominales frecuentemente resulta en escoliosis, cifosis o ambas (30). Daño por radiación prolongada a los músculos puede ocurrir, especialmente cuando se sigue tratamiento contra sarcomas de tejidos blandos de las extremidades. Mecanismos de lesión han sido identificados (principalmente en estudios con animales) que incluyen un efecto directo sobre los miocitos, resultando en muerte celular, daño vascular por isquemia, atrofia y fibrosis e inflamación con un incremento preferencial en colágeno de tipo III (24). También los efectos de la radiación prolongada en los huesos largos incluyen: limitaciones funcionales, acortamiento de la extremidad, osteonecrosis, susceptibilidad incrementada a fracturas y curación lenta. Necrosis avascular y osteoporosis son también encontradas tras seguir radiación y uso prolongado de corticoesteroides (4).

Los efectos de la quimioterapia en el sistema musculoesquelético no está tan bien documentado. La pérdida de masa corporal magra durante el tratamiento contra el cáncer está aún sin poder ser bien explicada. Esta reducción en músculo esquelético puede ser atribuida a la cirugía de reducción, tratamiento de depleciones e inactividad durante la recuperación.

El tratamiento contra el cáncer puede afectar adversamente el número de funciones endocrinas, incluyendo metabolismo, crecimiento, desarrollo sexual secundario y reproducción. Estos son efectos secundarios (tardíos) y resultan del daño provocado a los órganos objetivos (tiroides, ovarios y testículos) y al eje pituitario hipotalámico (30). Daño directo a la glándula tiroides causa hipotiroidismo primario y disminución de la producción de 2 hormonas, tiroxina y triiodotironina. Estas hormonas tienen efectos biológicos en el consumo de oxígeno, el sistema nervioso central y periférico, músculo cardíaco y esquelético, metabolismo de los carbohidratos y del colesterol y en el crecimiento y desarrollo. La mayoría de los descubrimientos sobre las alteraciones de la tiroides se han debido al tratamiento con radiación (30).

Deficiencia de la hormona del crecimiento debido al tratamiento de radiación contra el cáncer puede afectar muchas funciones biológicas diferentes. Aparte de incrementar el crecimiento lineal, la hormona del crecimiento es importante en definir la composición corporal, densidad mineral ósea, fuerza muscular, rendimiento en el ejercicio físico, sistema cardiovascular, metabolismo y función inmune. Los adultos deficientes de hormona del crecimiento están en riesgo de fracturas osteoporóticas, enfermedades coronarias, disminución de la masa corporal magra y fuerza muscular (6,8).

El desarrollo sexual secundario y la reproducción son las dos últimas áreas en donde el sistema endocrino puede ser afectado por quimioterapia y radiación. La edad al momento del tratamiento, género, dosis total de droga/radiación y el uso de agentes alquilantes (para el tratamiento con quimioterapia) son factores de riesgo importantes en el fallo de las gónadas. En un estudio (amplio) de cohorte retrospectivo sobre 2283 sobrevivientes de cáncer infantil, Bryne y col. (3) encontraron que la terapia con radiación dirigida directamente bajo el diafragma disminuye la fertilidad en hombres y mujeres en aproximadamente un 25% y la terapia combinada de radiación y agentes alquilantes reducen la fertilidad en casi un 50% en comparación a sujetos controles (3). Agentes quimioterapéuticos que disminuyen (empeoran) la función gonadal (en hombres y mujeres) pueden contribuir a la pérdida de densidad mineral ósea. En un estudio de 29 hombres previamente tratados por la enfermedad de Hodgkins, una disminución significativa en el contenido de hueso cortical del antebrazo y densidad mineral ósea de la espina fue identificado (30).

Fatiga

Uno de los más prevalentes efectos secundarios para el 78%-96% de la población con cáncer es la fatiga. La fatiga se caracteriza por la inhabilidad para realizar tareas físicas a un nivel (ritmo) acostumbrado o de fuerza y por una disminución del proceso de pensamiento que puede involucrar fallas de la memoria (19). El mecanismo exacto que provoca la fatiga en pacientes con cáncer no se conoce. Es probable que varios diferentes mecanismos jueguen un rol.

Un modelo neurofisiológico, consistente en componentes centrales y periféricos, ha sido propuesto para estudiar la fatiga (22). Los componentes centrales consisten en el cerebro/psique y en el cordón espinal. El sistema periférico consiste de nervios periféricos, sarcolema muscular, sistema tubular transversal, liberación de calcio, interacción actina/miosina, tensión y calor de los puentes cruzados y la producción de fuerza/tensión. Un empeoramiento de los componentes centrales causa una falta de motivación, transmisión empeorada a través del cordón espinal y un agotamiento o malfuncionamiento de las células cerebrales en la región hipotalámica. Daño a los componentes periféricos puede causar un empeoramiento en la función nerviosa periférica en la transmisión a la unión neuromuscular, por lo tanto afectando la activación fibrilar. Ambos tipos de daños pueden jugar un rol en la fatiga crónica (22).

Otra perspectiva en el estudio de la fatiga se centra en la reducción de las reservas de proteínas musculares esqueléticas que puede resultar de un factor de necrosis tumoral endógeno (TNF - Tumor Necrosis Factor) o de la administración como terapia de TNF. Esta reducción proteínica muscular obligará a los individuos a ejercer una inusual (elevada) cantidad de energía para generar fuerza contráctil adecuada durante rendimientos energéticos o durante periodos prolongadas de sentarse o pararse (25).

La rápida reproducción de células cancerosas puede llevar a otras células a romperse (desintegrarse) también. Cuando las células mueren o son destruidas, liberan potasio, ácido úrico y fósforo, los cuales son transportados dentro de la célula (7). Una cantidad incrementada de estas sustancias puede cargar contra el funcionamiento corporal normal. Estas sustancias pueden causar que ocurra lo siguiente: los riñones pueden tener dificultades para remover agua

y productos de desecho del cuerpo, los músculos y los nervios pueden estar mas excitables, el corazón puede no funcionar muy bien o puede detenerse y mucho fósforo puede llevar a una falta de calcio (7). Esto puede llevar a incluso más problemas, debido a que el calcio tiene múltiples efectos en la función paratiroides, riñón y otros órganos y tejidos, modulación de funciones enzimáticas, funcionamiento intra y extracelular, factores de coagulación y adhesión de moléculas.

Fiebres debido a infecciones por cáncer, relacionadas a un sistema inmune debilitado, también pueden causar la sensación de cansancio y debilidad de la fatiga. Una temperatura corporal elevada no solo provoca que las células trabajen más arduamente, si no que también las lleva a consumir más oxígeno y nutrientes para funcionar apropiadamente. Si el cáncer se encuentra en la médula ósea, el cuerpo es incapaz de producir suficientes células sanguíneas rojas para transportar el oxígeno requerido por las células corporales. Si el cáncer está afectando a otros órganos, el cuerpo puede estar incapacitado para metabolizar completamente productos de desecho o para absorber los nutrientes necesarios (30).

En pacientes con cáncer, existen 3 mecanismos nutricionales/energéticos principales que pueden estar involucrados en la fatiga: alteraciones en la habilidad del cuerpo para procesar nutrientes eficientemente, incrementos en los requerimientos energéticos corporales y una disminución en la ingesta de fuentes energéticas (ver Tabla 1).

Mecanismos	Causas
<ul style="list-style-type: none"> • Habilidad alterada para procesar nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolismo glúcido, proteico y lipídico perjudicado
<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos energéticos incrementados 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético y competitividad por nutrientes tumoral
<ul style="list-style-type: none"> • Ingesta de fuentes energéticas disminuida 	<ul style="list-style-type: none"> • Anorexia, diarrea, nausea/vómitos

Tabla 1 - Factores Nutricionales/Energéticos de la fatiga.
(Instituto Nacional del Cáncer - National Cancer Institute)

Con toda la información dispuesta anteriormente, existen muchos factores propuestos que contribuyen a la fatiga: el modelo neurofisiológico de los componentes centrales y periféricos, el precio físico y psicológico de la enfermedad, los efectos de la quimioterapia, radiación u otros medicamentos, nutrición y otros como la fiebre.

Beneficios del ejercicio para pacientes con cáncer

Uno de los conceptos más difíciles al convencer a los pacientes de cáncer, es que el ejercicio puede ayudarles a superar la sensación de fatiga. La mayoría de los pacientes rápidamente estarán en desacuerdo porque están demasiado cansados para realizar siquiera actividades diarias normales. El ejercicio ha demostrado, en muchos estudios previos, que juega un papel más preventivo en el desarrollo de ciertos tipos de cáncer (10,13,23,27). Este concepto es ya conocido, ¿pero qué pasa con los beneficios del ejercicio para los pacientes que ya padecen de cáncer?.

Numerosos estudios (9,12,15,16,21,26,37) han sugerido que el ejercicio, desde intensidades suaves a moderadas, tiene muchos beneficios para personas con cáncer. Algunos de estos beneficios incluyen: incrementos en la función cardiovascular, pulmonar y muscular (a raíz de un incremento en el consumo de oxígeno), volumen de eyección cardiaca, volumen minuto cardiaco, vascularización muscular, circulación linfática, ritmo metabólico, tono muscular,

fuerza, coordinación y balance (28). Durante el tratamiento contra el cáncer, la quimioterapia, radiación o cirugía puede causar efectos duraderos (secundarios) a varios tejidos biológicos. Los beneficios del ejercicio para los sistemas cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético y endocrino son discutidos brevemente a continuación.

Durante el ejercicio, el corazón bombea volúmenes de sangre incrementados para suplir oxígeno y nutrientes y remover dióxido de carbono y desechos metabólicos; el sistema respiratorio maneja una carga de trabajo incrementada, intercambiando oxígeno y dióxido de carbono entre la sangre y la atmósfera. El sistema nervioso y varias hormonas también tienen importantes roles: integrar la respuesta del cuerpo al ejercicio y regular los cambios metabólicos que ocurren en el músculo y otros tejidos (19). El ejercicio parece influenciar las defensas huésped contra infecciones virales y cancerígenas. El ejercicio también provoca una liberación de varias citocinas involucradas en la resistencia contra tumores, lo cual también puede influenciar la actividad de las células citotóxicas.

Más aún, el stress influye en la resistencia al crecimiento de tumores y algunas hormonas de stress liberadas durante el ejercicio, como las corticoesteroides o catecolaminas, pueden modular la habilidad de las células inmunes para exterminar a las células tumorales (18). Por lo tanto, puede ser postulado que el ejercicio puede influenciar las defensas huésped contra el crecimiento tumoral, vía directa o indirecta, modulando la actividad de las células citotóxicas. La mayoría de los estudios en este área se han centrado en las células asesinas naturales (NK - Natural Killers), con relativamente menos atención prestada a los efectos del ejercicio en los linfocitos T citotóxicos y monocitos citotóxicos (18).

La declinación en la capacidad funcional experimentada por 1/3 o más de los pacientes con cáncer, sin importar la etapa en la que se encuentre la enfermedad, puede ser atribuido a condiciones hipocinéticas desarrolladas por prolongada inactividad física. Esta condición hipocinética puede causar la reducción de la eficiencia de los sistemas energéticos (vías metabólicas) lo cual puede disminuir la asimilación de sustratos energéticos por el cuerpo que son esenciales para la realización de tareas diarias. La condición hipocinética también puede tener algunos efectos en los niveles hormonales, lo cual puede llevar a un mayor desbalance homeostático. Estas modificaciones que pueden ocurrir debido a la inactividad física pueden llevar a un malfuncionamiento de varios sistemas en el organismo, lo cual puede ser también correlacionado con los altos niveles de fatiga experimentada por el paciente.

El ejercicio ha sido sugerido por muchos investigadores (9,12,15,16,21,26,27) como una solución rehabilitativa para la pérdida energética en pacientes con cáncer. Definido como la contracción y relajación rítmica de grandes grupos musculares sobre un periodo de tiempo prolongado, el ejercicio aeróbico ha demostrado ser capaz de mejorar las capacidades físicas en pacientes con cáncer (13). En un estudio conducido por Dimeo y col. (13), el resultado más significativo fue que los pacientes experimentaron una clara reducción de fatiga y pudieron sobrellevar actividades normales de la vida diaria sin limitaciones.

La mayoría de los pacientes con cáncer no son tan activos durante y después del tratamiento como lo fueron antes del tratamiento o incluso antes de la diagnosis. Una reducción de las actividades físicas causa atrofia muscular, cambios en las propiedades musculares y reducciones en la densidad ósea. La atrofia muscular y una reducida densidad ósea pueden llevar a un nivel reducido de fuerza musculoesquelética y rendimiento y contribuye a un incremento en el riesgo de fractura ósea y lesiones musculoesqueléticas (2). La atrofia musculoesquelética y los cambios en las propiedades musculares contribuyen a una declinación en la eficiencia cardiovascular. Una declinación de la eficiencia cardíaca se refleja en una frecuencia cardíaca y presión sanguínea incrementada en reposo y durante ejercicios de tipo submáximo. Una reducción en la eficiencia cardiovascular combinada con elevaciones en los niveles de colesterol y disminución de los niveles de HDL, debido a la inactividad física, contribuye a un perfil de riesgo cardiovascular incrementado (1).

Una declinación en la función pulmonar, debido a la inactividad física, puede incluir una respuesta ventilatoria pesada, flujo de aire y función muscular disminuida y empeoramiento en el intercambio de gases, producto de desajustes en la ventilación/perfusión y a una declinación en la difusión que predispone a las personas a enfermedades respiratorias como la neumonía (2).

Algunas consideraciones (preocupaciones) clínicas iniciales acerca del ejercicio para pacientes con cáncer incluyen: a) el incremento en la probabilidad de una fractura ósea patológica producto de una integridad ósea comprometida, c) posible empeoramiento de cardiotoxicidad por quimioterapia y/o radiación, d) dolor severo, náuseas y fatiga que puede ser intensificada por el ejercicio físico y e) la inhabilidad y/o pereza de los pacientes con cáncer para tolerar el ejercicio dada su condición física y emocional deteriorada (11). A pesar de todas estas consideraciones (preocupaciones), existe un cuerpo de evidencia creciente que muestra como el ejercicio puede beneficiar a pacientes con cáncer. (9,12,15,16,21,26,27).

¿Puede el ejercicio ayudar a revertir los efectos del tratamiento contra el cáncer?

Los beneficios cardiovasculares del ejercicio para pacientes con cáncer han mostrado ser evidentes en pacientes que no han tenido signos de empeoramiento de la función cardíaca antes del tratamiento contra el cáncer (14) En este estudio, ningún paciente del grupo en entrenamiento desarrollo signos clínicos de cardiotoxicidad durante los 2 meses luego de la quimioterapia. Para mujeres con cáncer mamario, un programa de fitness que incluya ejercicio aeróbico disminuirá el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y osteoporosis (20). Debido a que el tratamiento contra el cáncer mamario usualmente termina con una disminución de las fuentes naturales o exógenas de estrógeno, estas mujeres enfrentan un gran riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y osteoporosis.

El tratamiento contra el cáncer ha demostrado en algunos casos ser dañino para el sistema cardiovascular. El corazón en un paciente cardíaco se vuelve menos eficiente en bombear sangre a los tejidos y órganos, por tanto se compromete la habilidad de realizar tareas de la vida diaria y se alcanzan grandes niveles de fatiga. El ejercicio físico puede promover un entrenamiento cardiovascular nuevamente, a través de actividades aeróbicas, permitiéndole al corazón volverse más eficiente en la tarea de suministrar sangre al cuerpo y disminuir los niveles de fatiga experimentados por el paciente.

Los beneficios pulmonares del ejercicio, en lo que respecta al daño provocado por el tratamiento contra el cáncer, se relaciona con un incremento del volumen pulmonar, disminución del trabajo al respirar y una habilidad incrementada para el intercambio gaseoso. El rendimiento atlético puede ser medido por medido de muchas variables fisiológicas observadas en los entrenamientos. Sin embargo, la mayoría de las funciones pulmonares medidas no se aplican para la predicción del rendimiento. No existe una relación substancial aparente entre el rendimiento atlético y la capacidad vital, capacidad pulmonar total o volumen espiratorio forzado (17). La más útil adaptación es probablemente un incremento en la resistencia de los músculos respiratorios. Cuando los músculos respiratorios se vuelven entrenados debido al ejercicio, el paciente experimentará un alivio de la respiración pesada debido al hecho de que el gasto de energía por estos músculos disminuirá. También, un ritmo de intercambio respiratorio mas eficiente podrá proporcionar una distribución más efectiva de oxígeno a los sistemas en el cuerpo.

Dado el hecho que los alvéolos de los pacientes con cáncer están disminuidos en número y comprometidos por un estrechamiento de las septas alveolares, los efectos del ejercicio en el sistema pulmonar de los pacientes con cáncer no son conocidos. Una hipótesis es que los alvéolos se regeneran debido a un supuesto incremento en el suministro de sangre a este órgano, sin embargo el estrechamiento de las septas no parece ser reversible

Los efectos laterales del tratamiento contra el cáncer en el sistema musculoesquelético han demostrado mejorías fisiológicas gracias a la intervención mediante el ejercicio físico. La pérdida de masa corporal magra que se reporta durante los tratamientos contra el cáncer no está bien explicada aún. Esta reducción de masa muscular puede ser a causa de una reducción por cirugía, depleciones del tratamiento e inactividad durante la recuperación. Esta pérdida de musculatura puede ser responsable del incremento en la necesidad de producir grandes cantidades de energía para producir suficiente fuerza contráctil, requerida durante rendimientos energéticos o cuando se requiere sentarse y pararse (13,21,25). El ejercicio puede estimular varios beneficios para el sistema musculoesquelético. Tales beneficios incluyen el desarrollo de nuevas células saludables que remplazarán a las células saludables que murieron durante el tratamiento contra el cáncer. Este proceso ha demostrado entregar a pacientes las ganancias en fuerza necesarias para realizar actividades diarias, más motivación y energía y un incremento general en la calidad de vida.

El sistema endocrino parece ser un sistema biológico que sufre severas consecuencias en lo que respecta al tratamiento contra el cáncer (principalmente radiación). Estas alteraciones pueden llevar al paciente a experimentar futuras complicaciones en sistemas aparte del que ya está comprometido por la enfermedad. Por ejemplo, la disminución en la producción de la hormona tiroxina y triiodothyronine tiene efectos biológicos en el consumo de oxígeno, el sistema nervioso central y periférico, músculo cardíaco y esquelético, metabolismo de los carbohidratos y del colesterol y en el crecimiento y desarrollo (30). También, alteraciones en el metabolismo pueden potencialmente llevar a futuras complicaciones cardíacas. Las complicaciones cardíacas pueden ocurrir debido a un incremento en la cantidad de colesterol debido a una disminución del metabolismo de los carbohidratos

Las intervenciones a través del ejercicio pueden tener un importante rol en volver a la normalidad (niveles previos al cáncer) los niveles hormonales. El ejercicio puede estimular la liberación de hormonas que pudieron haber sido suprimidas, como también ayudar a incrementar la eficiencia de las vías metabólicas que fueron comprometidas por el cáncer. Todas estas alteraciones que pueden ocurrir con la intervención del ejercicio pueden potencialmente ayudar a los pacientes con cáncer a mejorar su capacidad funcional. Un mejoramiento del metabolismo, balance de fluidos, transporte de oxígeno y funcionamiento del sistema nervioso central y periférico podrá crear una homeostasis general. Esta homeostasis posiblemente podrá dar al paciente un estado de bienestar general.

Conclusión

El ejercicio puede ser uno de las más potentes intervenciones para pacientes con cáncer, pero con este también se acompañan riesgos. No todos los ejercicios son creados igualmente. Para ser efectivo y seguro, el ejercicio debe ser prescrito e incluir estos 5 criterios: 1) Estado del individuo, 2) Tipo de ejercicio, 3) Intensidad del ejercicio, 4) Frecuencia del ejercicio y 5) Duración del ejercicio (5). El entrenamiento anaeróbico y aeróbico debe ser un componente integral en el estilo de vida de las personas luchando contra el cáncer o de las personas recuperándose de este.

Debido a que el periodo de latencia para algunas toxicidades es de varios años luego de completar el tratamiento, las consecuencias de un daño permanente a lo largo de este periodo de tiempo son desconocidas (30). El ejercicio podría ser un vínculo fisiológico que disminuya o incluso revierta los efectos de la quimioterapia, terapia de radiación y cirugía. Más investigaciones son necesarias en el área del ejercicio como una forma de terapia para pacientes con cáncer. A pesar de esto, todos los hallazgos de los estudios hasta ahora han mostrado que el ejercicio moderado es benéfico para los pacientes con cáncer (incluyendo a los sistemas cardiovascular, pulmonar, musculoesquelético y endocrino).

Entre los muchos síntomas asociados con cáncer y su tratamiento, la fatiga es uno de los síntomas más prevalentes y aún así la fatiga es la menos entendida. Conociendo clínicamente que el ejercicio ha ayudado a aliviar algunas o todas las sensaciones de fatiga en pacientes con cáncer, permanece un futuro muy prometedor para los estudios en esta área en los años venideros.

Referencias

1. American College of Sports Medicine: *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 6th edition, Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins Publishing Company, 2000.
2. American College of Sports Medicine: *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 3rd edition, Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins Publishing Company, 1998.
3. Bryne J., J.J. Mulvihill, and M.H. Myers (1987) Effects of treatment on fertility in long-term survivors of childhood or adolescent cancer. *New England Journal of Medicine*, 317:1315-1321.
4. Burke M.B., G.M. Wilkes, and K. Ingwersen. *Cancer chemotherapy; a nursing process approach* 2nd edition. Sudbury, Massachusetts: Jones and Barlett Publishers, 1996.
5. *CancerSource.com* (Quabeck, 1994; Tait, 1990; Ginsberg and Comis, 1984; Seltzer, Goldstein, and Herman, 1983)
6. Carroll P.V., C.R. Emanuel, and M. Thorner (1998) Growth hormone deficiency in adulthood and the effects of growth hormone replacement: a review. *Journal of Clinical Endocrine Metabolism*, 83:382-395.
7. Chernecky C.C. and B.J. Berger. *Advanced and critical care oncology nursing; managing primary complications*. Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders Company, 1998.
8. Chipman J.J., A.F. Attanasio, and M.A. Birkett (1997) The safety profile of Growth Hormone replacement therapy in adults. *Clinical Endocrinology*, 46:473-481.
9. Courneya K.S. and C.M. Friedenreich (1999) Physical exercise and quality of life following cancer diagnosis: a literature review. *Annals of Behavioral Medicine*, 21(2): 171-179.
10. Courneya, K. and C.M. Friedenreich (1997) Relationship between exercise pattern across the cancer experience and current quality of life in colorectal cancer survivors. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 3:215-226.
11. Courneya K.S., J.R. Mackey, and L.W. Jones (2000) Coping with cancer: can exercise help? *The Physician and Sports Medicine*, 28(5): 49-73.
12. Derman W.E., K.L. Coleman, and T.D. Noakes (1999) Effects of exercise training in patients with cancer who have undergone chemotherapy, abstracted. *Medicine of Science and Sports and Exercise*, 31(5): S368.
13. Dimeo, F.C., B. Rumberger, and J. Keul (1998) Aerobic exercise as therapy for cancer fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30: 475-478.
14. Dimeo F.C., M.H.M. Tilmann, H. Bertz, L. Kanz, R. Mertelsmann, and J. Keul (1997) Aerobic exercise in the rehabilitation of cancer patients after high dose chemotherapy and autologous peripheral stem cell transplantation. *Cancer* 79(9), 1717-1722.
15. Durack E.P. and P.C. Lilly (1998) The application of an exercise and wellness program for cancer patients: a preliminary outcome report. *Journal of Strength and Conditioning*, 12(1): 3-6.
16. Durack E.P., P.C. Lilly, J.L. Hackworth (2000) Physical and psychosocial responses to exercise in cancer patients: a two-year follow-up survey with prostate, leukemia, and general carcinoma. *Journal of Exercise Physiology*

(online) Accessed March 6, 2001

(<http://www.css.edu/users/tboone2/asep/jan12b.htm>)

17. Hayward, R. *Cardiopulmonary physiology: the physiological response at rest and during exercise*. Greeley, Colorado: UNC, 1999.
18. Mackinnon, L.T. *Advances in exercise immunology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1999.
 19. *Microsoft Encarta Encyclopedia 99*. Microsoft Corporation
20. Mock V., M.B. Burke, P. Sheehan, E.M. Creaton, M.L. Winningham, S. McKenney-Tedder, L.P. Schwager, M. Liebman (1994) A nursing rehabilitation program for women with breast cancer receiving adjuvant chemotherapy. *Oncology Nursing Forum*, 21:899-908.
21. Mock V., M.E. Ropka, V.A. Rhodes, M. Pickett, P.M. Grimm, R. McDaniel, E.M. Lin, P. Allocca, J.A. Dienemann, M.E. Haisfielf-Wolfe, K.J. Stewart, and R. McCorkle. (1998) Establishing mechanisms to conduct multi-institutional research - fatigue in patients with cancer: an exercise intervention. *Oncology of Nursing Forum* 25(8), 1391-1397.
22. *National Cancer Institute* (2000) Fatigue: PDQ Supportive care/ screening/ prevention information. (<http://www.graylab.ac.uk/cancernet/>)
23. Oliveria, S.A., and I. Lee (1997) Is exercise beneficial in the prevention of prostate cancer? *Sports Medicine*, 23(5): 271-278.
24. Otto S. *Oncology Nursing*, 3rd edition. St. Louis, Missouri: Mosby Publishing Company, 1997.
25. Reich, P.R. and J.E. Metcalf. *The facts about chemotherapy: a guide for cancer patients and their families*. Mount Vernon, New York: Consumer Reports Books, 1991.
26. Schultz K.H., C. Szlovak, and H. Schultz (1998) Implementation and evaluation of an ambulatory exercise therapy based rehabilitation program for breast cancer patients. *Medical Psychology*, 48:398-407.
27. Schwartz A.L. (1999) Fatigue mediates the effects of exercise on quality of life. *Quality of Life Research*, 6:529-538.
 28. Smith S. (1996) Physical exercise as an oncology nursing intervention to enhance quality of life. *Oncology Nursing Forum* 23 (5), 771-778.
29. Souhami R. and J. Tobias. *Cancer and its management*, 3rd edition. Malden, Massachusetts: Blackwell Science Ltd., 1998.
30. Yarbro C.H., M.H. Frogge, M. Goodman, and S.L. Groenwald. *Cancer Nursing: principles and practice*, 5th edition. Sudbury, Massachusetts: Jones and Barlett Publishers, 2000.

Otros artículos sobre [Actividad Física Terapéutica](#)