



# EJERCICIO FÍSICO Y PREVENCIÓN DEL CÁNCER DE COLON

Trabajo Fin de Grado

Presentado por

PRAT LURI, AMAYA

Dirigido por

ORBAÑANOS PALACIOS, JAVIER

Curso: 2013/2014

Convocatoria ordinaria

Facultad de Ciencias de la Actividad física y del Deporte



## ÍNDICE

LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE GRÁFICOS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1: Cáncer .....	9
1.1 Introducción .....	9
1.2 Ciclo celular .....	9
1.3 Propiedades de las células cancerosas.....	10
1.4 Tipos y clasificación de los tumores.....	13
1.5 Epidemiología.....	15
1.5.1 Epidemiología del cáncer en España.....	18
1.6 Factores de riesgo.....	20
1.7 Conclusiones.....	22
SEGUNDO CAPÍTULO: Sistema Digestivo .....	23
2.1 Introducción .....	23
2.2 Mecanismos fundamentales del sistema digestivo .....	23
2.3 Anatomía del sistema digestivo.....	24
2.4 Tipos de cáncer digestivo más comunes.....	26
2.5 Conclusiones.....	29
TERCER CAPÍTULO: Cáncer de colon.....	30
3.1 Introducción.....	30
3.2 Métodos para detectar el cáncer de colon y recto.....	30
3.3 Categorías del cáncer colorrectal.....	31
3.4 Conclusiones.....	33

CUARTO CAPÍTULO: Prevención del cáncer de colon.....	34
4.1 Introducción.....	34
4.2 Efectos de la actividad física.....	34
4.3 Conclusiones.....	41
ANEXO A: Planteamiento de Actividad Física para la prevención del cáncer de colon.....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
WEBGRAFÍA.....	52

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias entre tumor maligno y benigno .....	14
Tabla 2: Clasificación histogénica de los principales tumores benignos y malignos .....	14
Tabla 3: Mortalidad producida por diferentes enfermedades a nivel mundial y dividido por regiones.....	16
Tabla 4: Factores de riesgo de desarrollar cáncer .....	22
Tabla 5: Incidencia y mortalidad y probabilidades de desarrollar cáncer según el género y el área donde se habite.....	27
Tabla 6: Cantidad de actividad física recreacional realizada por hombres y mujeres en el año anterior al estudio.....	37
Tabla 7: Actividad física y riesgo de cáncer de colon y recto según el tipo de actividad realizada en la población total del estudio.....	37
Tabla 8: Horas de realización de actividad física tipo ocio sólo caminar o caminar más otras actividades y su incidencia en cáncer de colon.....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: El ciclo celular .....	9
Figura 2: Control del ciclo celular.....	9
Figura 3: Propiedades de las células cancerosas.....	12
Figura 4: Microambientes tumorales.....	12
Figura 5: Diferencias entre un ducto normal, con tumor benigno y tumor maligno...	13
Figura 6: Incidencia de diferentes tipos de cáncer en el sexo masculino y femenino a nivel mundial.....	15
Figura 7: Mortalidad producida por diferentes tipos de cáncer en el sexo masculino y femenino a nivel mundial.....	17
Figura 8: Procesos básicos del aparato digestivo.....	24
Figura 9: Descripción gráfica del sistema digestivo.....	26
Figura 10: Diferentes capas que conforman la pared del colon.....	31
Figura 11: Etapas del cáncer de colon.....	31
Figura 12: Incidencia en la disminución de riesgo de cáncer colorrectal en función de los minutos de actividad física de ocio realizados al día y el BMI.....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principales causas de mortalidad en hombres en España.....	19
Gráfico 2: Principales causas de mortalidad en mujeres en España.....	19
Gráfico 3: Incidencia de cáncer en España por tipo de tumor.....	19
Gráfico 4: Mortalidad en el año 2007 de ambos géneros por tipo de tumor en España.....	20

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones de actuales evidencian el efecto de la actividad física como prevención y tratamiento en gran parte de las patologías existentes, siendo el cáncer una de ellas.

La actividad física actúa mediante múltiples mecanismos para jugar un efecto protector en muchas de las enfermedades crónicas existentes, como osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer... Cada vez es mayor la concienciación sobre la importancia de un estilo de vida saludable, que comprende una alimentación variada y equilibrada así como la realización regular de actividad física.

Hasta hace poco eran las enfermedades cardiovasculares la primera causa de mortalidad a nivel mundial, pero cada vez es más (sobre todo en los países desarrollados), el cáncer quien se sitúa en primera posición. Esto se debe a un aumento de la esperanza de vida junto a la disponibilidad de sistemas de detección precoces, que aumentan el diagnóstico de casos, aunque también el número de supervivientes de cáncer. A su vez, en la actualidad el estilo de vida que lleva la gran parte de la humanidad está siendo cada vez más sedentario.

Por ello la actividad física se convierte en un aspecto primordial a tener en cuenta para combatir los problemas que están sufriendo hoy en día y como prevención de los que se puedan padecer en un futuro.



# CAPÍTULO 1

## CÁNCER

### 1.1 Introducción

Cáncer implica un amplio conjunto de enfermedades que afectan a diferentes órganos y tejidos del organismo. Hoy en día existen numerosos términos para referirse a ello. Por lo tanto, es importante en primer lugar, aclarar la terminología asociada: tumor, cáncer y neoplasia. Probablemente el término más difundido es cáncer, aunque éste sólo hace referencia a la morfología en cangrejo que adoptan algunos tumores. El término tumor implica un aspecto macroscópico, ya que suele producirse un aumento del tamaño del órgano afectado. Sin embargo, el término más correcto para referirse a este conjunto de patologías es **neoplasia** (*neos*, nuevo; *plásis*, acción de formar). Las características que la definen son formación de una masa anormal, crecimiento excesivo autónomo e incontrolado y persistencia a pesar de que la causa desencadenante haya desaparecido.

### 1.2 Ciclo celular

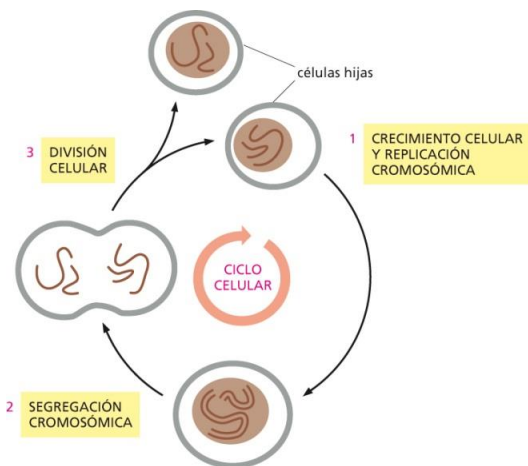


Figura 17-1 Biología molecular de la célula, quinta edición  
(© Garland Science 2008 y Ediciones Omega 2010)

**Figura 1. El ciclo celular.** Se muestra la división de una célula hipotética (Alberts et al., 2008).



Figura 17-14 Biología molecular de la célula, quinta edición  
(© Garland Science 2008 y Ediciones Omega 2010)

**Figura 2. Control del ciclo celular.** Apréciense las diferentes etapas del ciclo celular (G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub> y M), con los tres puntos de control del ciclo.

El ciclo celular normal consiste en duplicar de manera exacta el ADN y después dividir las copias en dos células que presenten los mismos genes.

Las fases que presenta el ciclo celular son:

- G<sub>1</sub>: Intervalo entre la fase M y S.
- S: Fase de síntesis de ADN. Requiere entre 10 y 12 horas ocupando alrededor de la mitad del ciclo celular en una célula mamífero típica.
- G<sub>2</sub>: Intervalo entre la fase S y M.
- M: Fase de división, en la que el ADN copiado (en forma de cromosoma), se separa hacia los dos núcleos de las futuras células hijas.

\*G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> no son meras fases de paso, sino que proporcionan a la célula el tiempo suficiente para corroborar que todo está sucediendo como debiera. Por ello, dentro de estas fases hay dos puntos de control (punto de control de inicio; punto de control G<sub>2</sub>/M).

El ciclo es llevado a cabo de manera que pueda desarrollarse adecuadamente en el momento preciso y en el orden que se requiere. Dicho ciclo está controlado por diferentes proteínas, que a su vez se ven influenciadas por diferentes señales intracelulares y extracelulares. En células normales existen puntos de chequeo (figura 2), en los que la propia célula es capaz de verificar si el proceso está ocurriendo de forma adecuada. Si no fuese así, ella misma dispone de diversos mecanismos para intentar reparar el fallo. Sin embargo, las células tumorales pueden obviar uno o varios de estos puntos de chequeo y, por tanto, proliferar sin control (Alberts et al., 2008).

### **1.3 Propiedades de las células cancerosas**

Como se ha mencionado anteriormente, las células tumorales son capaces de evadir los puntos de control del ciclo celular. Sin embargo, ésta no es la única capacidad que adquieren estas células; se puede establecer una lista de propiedades clave de las células cancerosas (Hanahan & Weinberg, 2011):

1. Independencia de la presencia de señales proliferativas, ya que producen sus propios factores de crecimiento o aumentan la expresión de los receptores de éstos.
2. Insensibilidad a las señales inhibitorias de proliferación.
3. Menor disposición a la muerte por apoptosis<sup>1</sup>.
4. Son genéticamente inestables.
5. Son defectuosas en mecanismos de control que normalmente paran la división celular.
6. Capacidad invasiva y de metástasis.
7. Inducen angiogénesis (formación de vasos sanguíneos a partir de otros preexistentes).
8. Producen telomerasa<sup>2</sup> o adquieren otros modos de estabilizar sus telómeros.
9. Crean un microambiente tumoral.

---

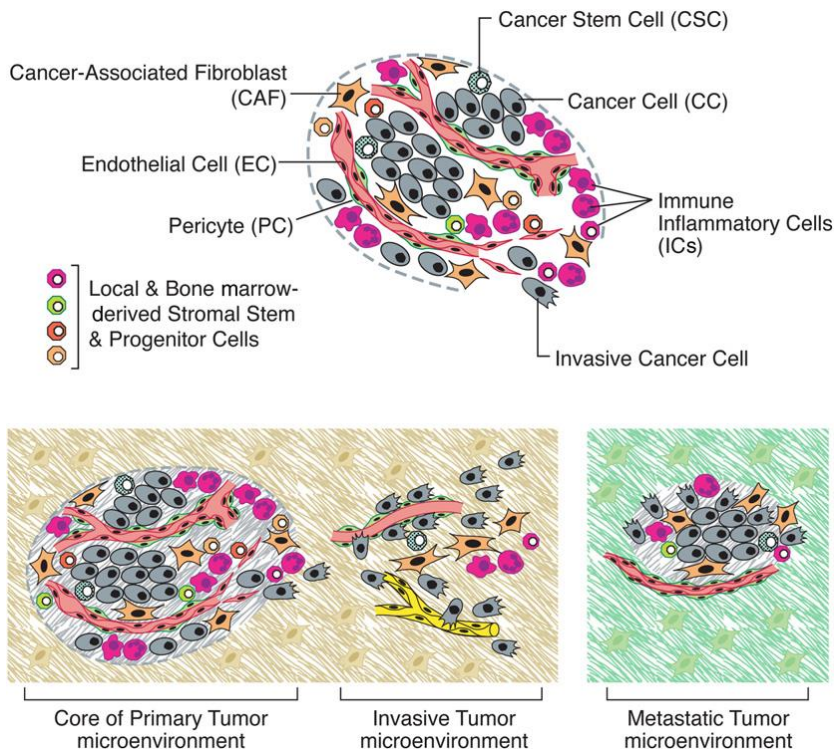
<sup>1</sup> Apoptosis: Es un mecanismo que presentan las células donde inhiben de la muerte celular pre-programada provocando problemas en el organismo.

<sup>2</sup> La telomerasa es una enzima que agrega ADN a los telómeros, que son los extremos de los cromosomas. La proliferación celular implica la pérdida de una parte del ADN y el acortamiento de los telómeros y con el tiempo eso lleva a una muerte celular. La telomerasa actúa evitando que esto. Las células cancerosas tienen más de estas enzimas que las normales.



**Figura 3.** Propiedades de las células cancerosas (Hanahan & Weinberg, 2011)

Una de las propiedades de estas células es la creación de un microambiente tumoral, es por eso que no se debe considerar cáncer sólo como una proliferación descontrolada. Este microambiente está compuesto por complejos tejidos con células de diferente tipo que interactúan entre sí (Hanahan & Weinberg, 2011).



**Figura 4.** Microambientes tumorales (Hanahan & Weinberg, 2011)

En función de si es tumor primario, invasivo o metástasis el microambiente que se crea es diferente (figura 4).

#### 1.4 Tipos y clasificación de los tumores

Se distinguen dos categorías según la agresividad de crecimiento que tengan, siendo éstas tumor benigno y tumor maligno. Los tumores benignos presentan buena localización y su crecimiento es local, evitando la infiltración en tejidos adyacentes, lo que normalmente hace que pueda ser posible extirparlo mediante cirugía aunque no siempre es así. Sin embargo, los malignos se caracterizan por la invasión de tejidos y la posibilidad de generar metástasis. La metástasis es la capacidad que tienen los tumores de extenderse a otras zonas del organismo, ya sea mediante la circulación sanguínea o linfática. Una o varias células procedentes del tumor primario se desprenden de éste y se implantan en otro tejido corporal, expandiendo el tumor hacia otras partes del cuerpo y agravando la situación del paciente (Alberts et al., 2008).

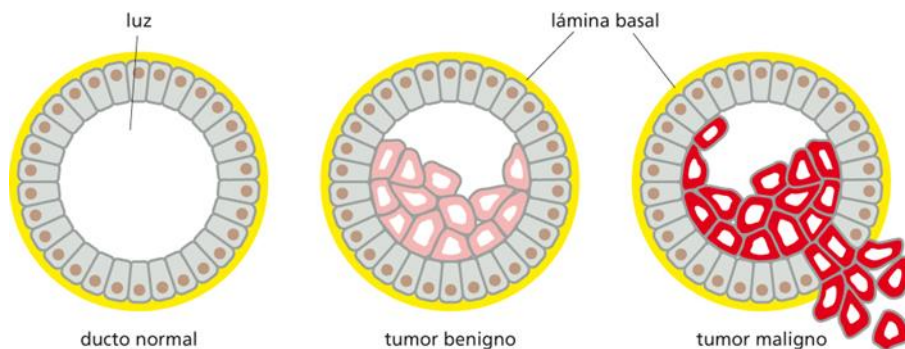


Figura 20-3 Biología molecular de la célula, quinta edición  
(© Garland Science 2008 y Ediciones Omega 2010)

**Figura 5.** Diferencias entre un ducto normal, ducto con tumor benigno y ducto con tumor maligno (Alberts et al., 2008).

En la siguiente tabla se aprecian diferencias entre los dos tipos de tumor, aunque hay más, se han mencionado los más importantes:

**Tabla 1.** Diferencias entre tumor benigno y maligno. Tabla modificada de Pardo Mindán, F.J. (1998). Neoplasias. Compendio de anatomía patológica (197). Barcelona: Harcourt Brace.

	<b>Tumor benigno</b>	<b>Tumor maligno</b>
<b>Estructura</b>	Típica. Semejante a las células del tejido de procedencia	Atípica. Escasa semejanza con las células originarias
<b>Diferenciación</b>	Bien diferenciados	Diferente grado de anaplasia
<b>Crecimiento</b>	Lento/expansivo	Rápido/infiltrativo
<b>Metástasis</b>	Ausentes	Presentes
<b>Forma</b>	Redondeada	Irregular
<b>Vascularización</b>	Escasa	Irregular
<b>Necrosis</b>	Rara	Común
<b>Invasión</b>	Rara	Frecuente
<b>Efectos clínicos</b>	Locales	Generales
<b>Conducta clínica</b>	Rara vez fatal	Invariablemente fatal, si no se trata

Atendiendo, además, a la histología y al tipo celular se puede diferenciar un grupo mucho más amplio de tumores:

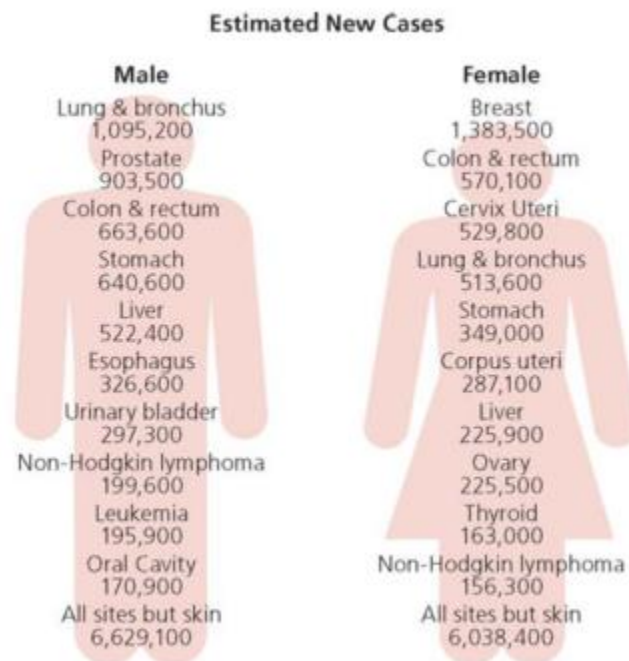
**Tabla2.** Clasificación histogenética de los principales tumores benignos y malignos. Tabla modificada de Pardo Mindán, F.J. (1998). Neoplasias. Compendio de anatomía patológica (194-196). Barcelona: Harcourt Brace.

<b>Histogénesis</b>	<b>Benigno</b>	<b>Maligno</b>
<b>Epitelio</b>		
<b>Escamoso</b>	Papiloma	Carcinoma
<b>Glandular</b>	Adenoma	Adenocarcinoma
<b>Mesénquima</b>		
<b>Músculo liso</b>	Leiomioma	Leiomiocarcinoma
<b>Músculo estriado</b>	Rabdoma	Rabdomiocarcinoma
<b>Osteocito</b>	Osteoma	Osteosarcinoma
<b>Tejido linfoide</b>		
<b>Linfocito</b>		Linfoma
<b>Médula hematopoyética</b>		Leucemia
<b>Sistema nervioso</b>		
<b>Neuronas</b>	Ganglioneuroma	Neuroblastoma

## 1.5 Epidemiología

La epidemiología del cáncer estudia cómo se distribuye, sus causas y cómo prevenirlo. Existe una necesidad de realizar este tipo de estudios ya que da la información necesaria para ver cuál es la mayor incidencia en la población, cuáles son los factores de riesgo más altos y cómo se podría prevenir.

Hasta ahora eran las enfermedades cardiovasculares la primera causa de mortalidad a nivel mundial. En la actualidad siguen siendo las más numerosas, pero el cáncer aumenta cada vez más su incidencia y mortalidad. Esto se debe a un crecimiento de la población, lo cual incrementa su esperanza de vida y las probabilidades de que se dé dicha patología, así como la disponibilidad de mayor tecnología permite más detección precoz. Es por eso también que en los países menos desarrollados las enfermedades cardiovasculares son mucho más numerosas y no se ven tantos casos de cáncer (World Health Statistics, 2013).



**Figura 6.** Incidencia de diferentes tipos de cáncer en el sexo masculino y femenino a nivel mundial (Jemal et al., 2011)

Podemos observar (figura 6), cómo tanto a nivel masculino como femenino el cáncer de colon y recto están entre los tres primeros de mayor incidencia, ocupando el tercer lugar para los hombres y el segundo para las mujeres. El número de casos es sin embargo superior en hombres.

**Tabla 3.** Mortalidad producida por diferentes enfermedades a nivel mundial y dividido por regiones (World Health Statistics, 2013).

**Age-standardized adult mortality rate by cause\***  
(ages 30-70 per 100 000 population)

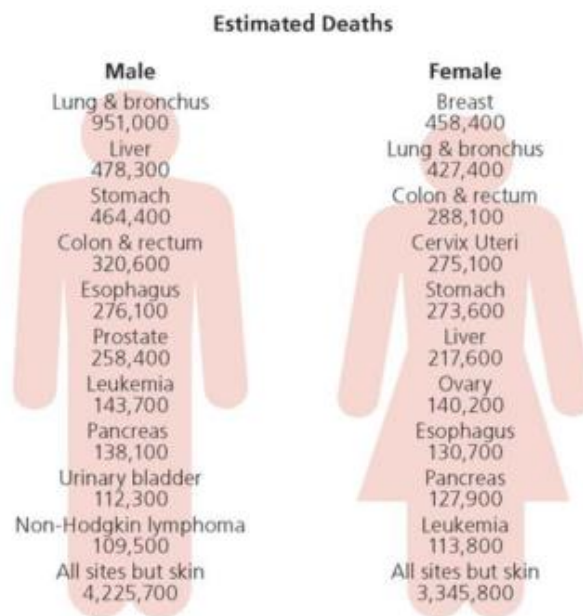
	All causes	Cancer	Cardiovascular diseases and diabetes	Chronic respiratory conditions	
	220	59	59	2	Minimum
	774	140	284	29	Median
	3147	284	1427	195	Maximum
	1716	147	382	92	African Region
	532	136	169	24	Region of the Americas
	987	125	322	109	South-East Asia Region
	626	166	238	17	European Region
	881	127	344	46	Eastern Mediterranean Region
	545	168	184	41	Western Pacific Region
	1354	154	375	77	Low income
	808	150	273	73	Lower middle income
	805	158	295	27	Upper middle income
	376	141	104	14	High income
	764	150	245	52	Global



La siguiente tabla sitúa a las enfermedades cardiovasculares como la primera causa de muerte a nivel mundial y al cáncer en segundo lugar. Las condiciones crónicas respiratorias se sitúan detrás de éstas dos últimas mencionadas.

Alrededor de 12.7 millones de casos de cáncer diagnosticados y 7.6 millones de muertes fueron estimadas a nivel mundial en 2008. Es importante destacar que el diagnóstico en países en vías de desarrollo es en etapas más tardías del cáncer, esto hace que para estos países junto con un acceso reducido a las diferentes terapias y medicamentos, la supervivencia tenga un efecto desfavorable. Es en los países del norte de Europa y América donde hay mayores datos de la incidencia y mortalidad debida al cáncer, ocurriendo lo contrario en la mayor parte de países africanos y algunos de Asia ya que no tienen los medios de recopilar la información necesaria (Jemal, Bray, & Ferlay, 2011).

Un porcentaje considerable de casos de cáncer podría ser prevenido si se implementaran campañas de concienciación sobre el control del cáncer, la afección del tabaco sobre éste y la importancia de ser físicamente activo junto con una dieta saludable (Jemal et al., 2011).



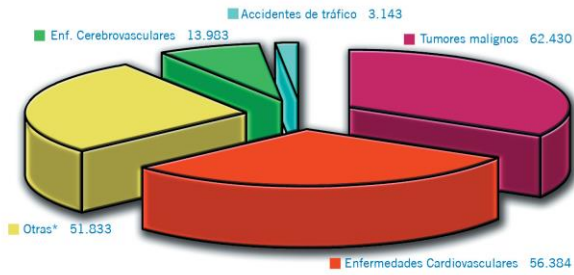
**Figura 7.** Mortalidad producida por diferentes tipos de cáncer en el sexo masculino y femenino a nivel mundial (Jemal et al., 2011).

De acuerdo con los datos anteriormente vistos, vemos como la mortalidad producida (figura 7) es de aproximadamente la mitad en ambos casos. Aunque pese a la incidencia, que situaba al cáncer colorrectal más arriba tanto para hombres como para mujeres, hay otros tipos de cáncer de menor incidencia cuya mortalidad es mayor.

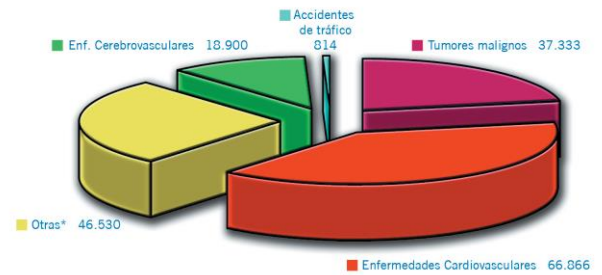
Referente al **cáncer colorrectal**, es el tercer tipo de cáncer más diagnosticado en hombres y el segundo en mujeres (figura 6). Su incidencia está aumentando en los países que habían sido de bajo riesgo, lo que incluye a España y algunos países del este de Asia y Europa. Este incremento es debido a una adopción de factores que promocionan el riesgo de cáncer, como una dieta inadecuada, obesidad, tabaco e inactividad física (Jemal et al., 2011). Por eso resulta muy importante tener un control sobre estos factores y la proyección de la enfermedad. Solamente el hecho de realizar una sigmoidoscopia entre los 55 y 64 años puede reducir la incidencia de cáncer colorrectal en un 33% y su mortalidad en un 43% (Atkin et al., 2010). Asimismo, en la mortalidad provocada por el cáncer, el cáncer de colon y recto se sitúa en cuarto lugar en los hombres y en tercero para las mujeres (figura 7).

### **1.5.1 Epidemiología del cáncer en España**

En el caso de España, es el cáncer quien se sitúa en primer lugar en los casos de mortalidad de hombres seguido por las enfermedades cardiovasculares (figura 8), sin embargo, para las mujeres el primer motivo son las enfermedades cardiovasculares, seguido por otras enfermedades (diabetes, enfermedades respiratorias...) y en tercer lugar cáncer (figura 9).



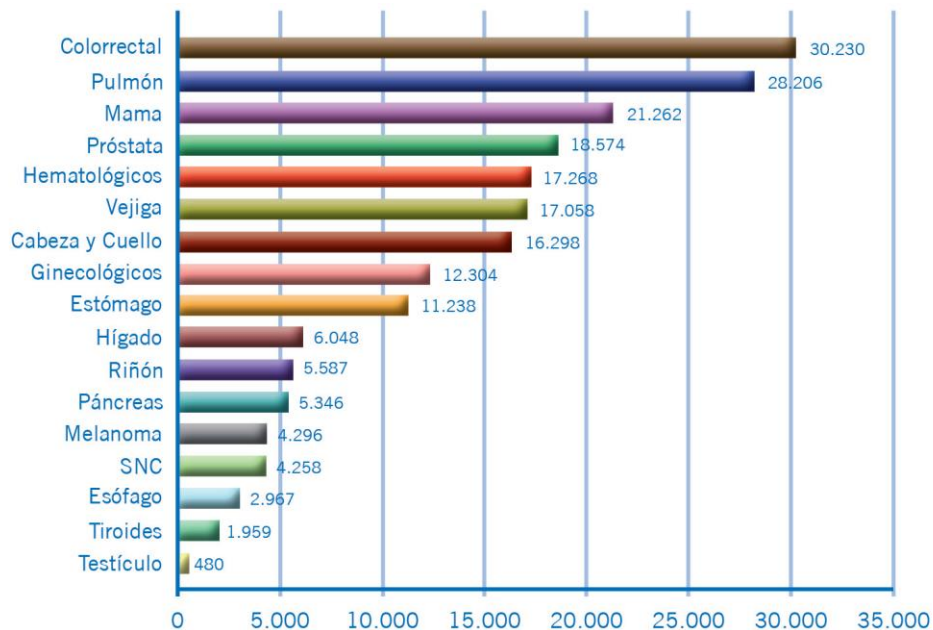
**Gráfico 1.** Principales causas de mortalidad en hombres en España (SEOM, 2010).



**Gráfico 2.** Principales causas de mortalidad en mujeres en España (SEOM, 2010).

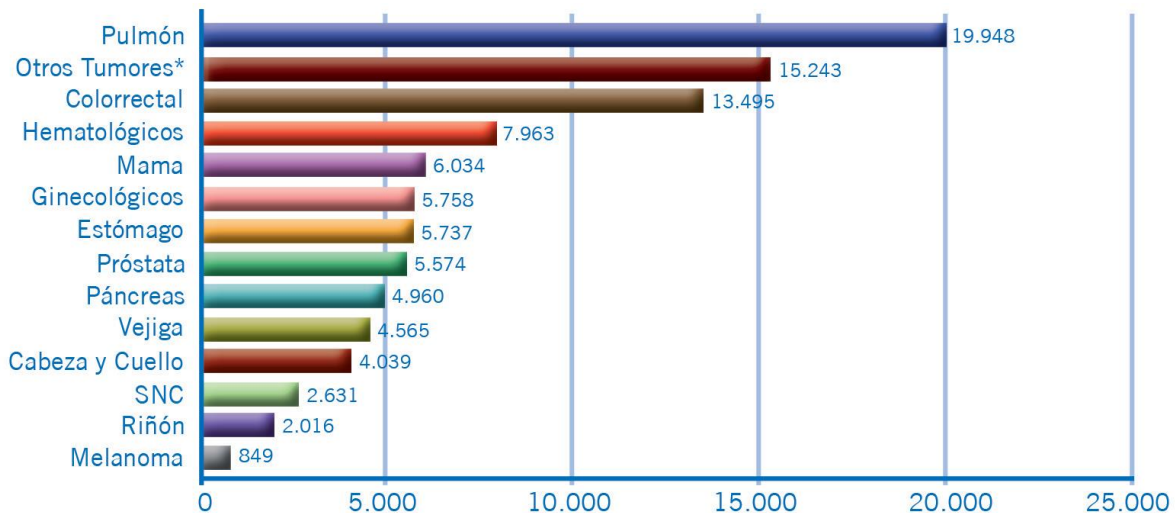
El siguiente gráfico representa la estimación de casos para 2015 (datos extrapolados por el Instituto Nacional de Estadísticas), y se observa cómo los tumores colorrectales producen el mayor número de casos para ambos sexos en general, sin embargo, de manera separada es el de mama el que produce la mayor incidencia en mujeres y el de pulmón en hombres.

**Gráfico 3.** Estimación de la incidencia de ambos géneros para el 2015 en España (SEOM, 2010)



Si se analiza la mortalidad producida por los diferentes tumores es el de tumor pulmonar quien se sitúa en primer lugar con 19.948 muertes provocadas, y el colorrectal pese a ser el más numeroso en cuanto a incidencia, en mortalidad se sitúa en tercer lugar con 13.495.

**Gráfico 4.** Mortalidad en el año 2007 de ambos géneros por tipo de tumor en España (SEOM, 2010)



## 1.6 Factores de riesgo

Cada vez son más quienes adoptan factores que incrementan la posibilidad de padecer diferentes enfermedades. Algunos de los que afectan concretamente a ésta son los siguientes (Mindán 216-220):

- **Edad y sexo:** Hay algunos tipos de cáncer que tienen mayor incidencia en la infancia y otros en edad adulta, al igual que hay algunos que afectan más a un sexo u otro. Habitualmente las posibilidades de desarrollar cáncer se amplían con la edad.

Este conjunto de enfermedades tiene mayor incidencia y mortalidad en el sexo masculino que en el femenino. Uno de los motivos es el hecho de que los tumores que más afectan a los hombres (pulmón, esófago, estómago, leucemia) son más difíciles de tratar que los que afectan a mujeres (mama, endometrio, ovario, tiroides).

- Tabaco: es la causa prevenible que provoca mayor morbilidad y mortalidad siendo quien induce el 30% de los cánceres.
- Dieta: supone al igual que el tabaco, un 30%. Esto es debido a que los carcinógenos (agentes capaces de provocar cáncer, como por ejemplo colorantes, edulcorantes y emulsificantes) tienen mayor parte de tejido adiposo donde acumularse y por tanto el riesgo de que lo hagan es mayor.
- Distribución geográfica: según el lugar de procedencia y región donde se habita la incidencia de cáncer varía.
- Variaciones temporales: se refiere a si hay un diagnóstico precoz, buen tratamiento o se modifican los hábitos no saludables, ya que dependiendo de ello la mortalidad por cáncer será mayor o menor.
- Raza: La incidencia del cáncer difiere según el tipo de raza, que además de la influencia de los factores ambientales, también existe un factor genético racial.
- Factores yatrogénicos: donde son comprendidos los carcinógenos químicos que atañe a los medicamentos.
- Sedentarismo: el no realizar actividad física suficiente incrementa el riesgo de cáncer. Es alto el porcentaje de prevención sobre todos los tipos de cáncer que se puede conseguir a través de la realización de actividad física mediante diferentes mecanismos que desencadena el ser físicamente activo.

**Tabla 4.** Factores de riesgo de desarrollar cáncer (Myres, Hebert, Humphrey, 2002).

<b>Factor de Riesgo</b>	<b>Porcentaje</b>
Tabaco	30
Dieta / Obesidad	30
Sedentarismo	5
Factores Laborales	5
Historia Familiar de Cáncer	5
Virus / Otros Agentes Biológicos	5
Factores Perinatales / Crecimiento	5
Factores Reproductivos	3
Alcohol	3
Estatus Socioeconómico	3
Polución Atmosférica	2
Radiación Ionizante / Ultravioleta	2
Medicamentos / Procedimientos Médicos	1
Sal / Otros Aditivos / Contaminantes	1

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el mayor porcentaje es provocado por factores externos, es decir, un estilo de vida sobre el que podemos influir. Tan sólo un 5-10% corresponde a factores hereditarios.

## **1.7 Conclusiones**

El término cáncer no solo refiere a una sola enfermedad, sino que comprende más de 200 enfermedades. El comportamiento que esta patología adquiera dependerá de múltiples factores. Si bien hay factores de riesgo sobre los que no se puede influir (edad, raza...), hay otros muchos que pueden controlarse ya que dependen del individuo y son modificables, (tabaco, dieta, sedentarismo...). Por lo que la prevención y el control de estos factores obtienen gran importancia para disminuir la incidencia y mortalidad por cáncer.

## CAPÍTULO 2

### SISTEMA DIGESTIVO

#### 2.1 Introducción

El sistema digestivo está compuesto por un tubo digestivo que traspasa el cuerpo, estando comenzado por el orificio bucal y cerrado por el estínter anal.

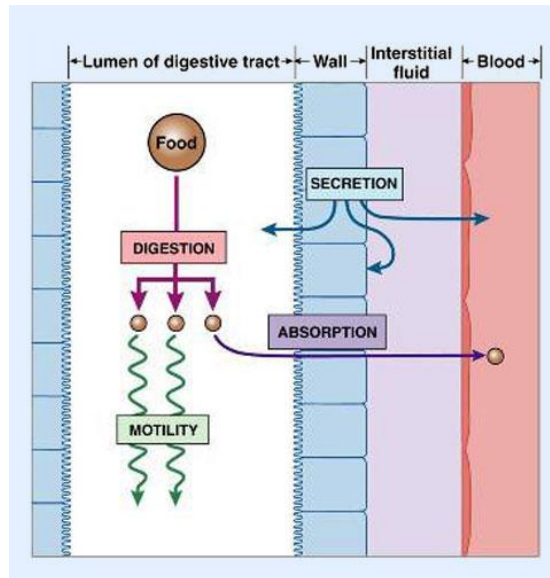
La función de este sistema es que los nutrientes, agua y electrolitos ingeridos desde el exterior pasen al interior del cuerpo. También se asegura de que esta absorción sea correcta e impida el paso de bacterias u otros agentes patógenos. Posee un gran sistema de defensa, propiedad imprescindible ya que es un tubo en constante contacto con el exterior.

#### 2.2 Mecanismos fundamentales del sistema digestivo (Silverthorn 2008, p 676-715)

Son cuatro los principales mecanismos a destacar en este sistema para conseguir que los nutrientes, agua y electrolitos introducidos pasen al sistema sanguíneo y linfático para poder ser distribuidos a los diferentes tejidos del cuerpo.

- Digestión: es el proceso mediante el cual las macromoléculas son transformadas a micromoléculas mediante energía química y mecánica. Es en el intestino delgado donde se absorben la mayoría de nutrientes pasando al torrente sanguíneo, excepto los quilomicrones que pasan al sistema linfático.
- Absorción: es el paso (pasivo o activo) de sustancias de la luz del tubo digestivo al interior.
- Motilidad: las contracciones de los músculos del tubo digestivo tienen como resultado el movimiento de las sustancias por este tubo.

- **Secreción:** vertido de una sustancia específica elaborada por una glándula a la luz del tubo digestivo junto con el traspaso a su vez de agua e iones.



**Figura 8.** Procesos básicos del aparato digestivo. Como se puede apreciar, la imagen comprende los cuatro mecanismos principales anteriormente descritos, digestión, absorción, motilidad y secreción así como la dirección de estas acciones. Fisiología humana: un enfoque integrado, cuarta edición (©2008 Editorial Médica Panamericana S.A).

### 2.3 Anatomía del sistema digestivo (Silverthorn, 2008 p 676-715)

- **Boca:** orificio de entrada al tubo digestivo y donde comienza la digestión. La masticación junto con la secreción de saliva de las glándulas salivares comienzan a degradar el alimento a menores dimensiones creando el bolo alimenticio.
- **Esófago:** es un tubo que conecta la cavidad oral y llega hasta el estómago. Cuando el bolo alimenticio es deglutido desciende a través de movimientos peristálticos por las paredes de este tubo.
- **Estómago:** bolsa que conecta el esófago con el duodeno y a donde llegan los alimentos y fluidos ingeridos. Es ahí donde esos alimentos y fluidos junto a otras secreciones del sistema digestivo forman el quimo. Esta bolsa se compone de tres partes:
  1. Fondo gástrico.
  2. Cuerpo.



### 3. Antro.

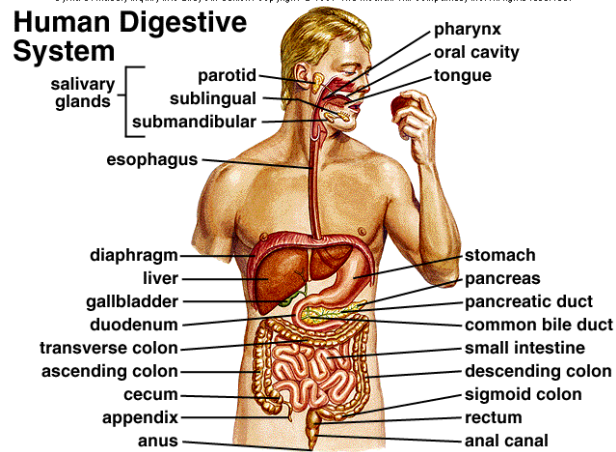
- Píloro: esfínter que separa el intestino delgado del estómago y que controla la cantidad de quimo que pasa al intestino.
- Intestino delgado: principal lugar del proceso de digestión. Tiene una longitud de aproximadamente 7 metros y se diferencia en tres secciones:

1. Duodeno.
2. Yeyuno.
3. Íleon.

Esta digestión se realiza mediante enzimas intestinales y las secreciones de páncreas e hígado. Debido a las secreciones agregadas al quimo, en el intestino delgado éste pasa a denominarse quilo.

- **Intestino grueso:** Es el tramo final del sistema digestivo siendo su longitud de unos 1.5 metros, a donde pasa aproximadamente 1.5 litros de quilo restante que no fue absorbido en el intestino delgado. Está compuesto por el colon, que es su parte proximal y el recto, que termina en el ano (esfínter que expulsa las heces formadas al exterior). El colon se fracciona en cuatro partes:

1. Colon ascendente: conecta el final del intestino delgado con ésta, que es la primera parte del colon, este sitio de conexión se llama ciego. Ascende por el lado derecho del abdomen.
2. Colon transverso: cruza el abdomen de derecha a izquierda.
3. Colon descendente: desciende por el lado izquierdo del abdomen.
4. Colon sigmoideo: se llama así por su forma de S. Se adhiere al recto y éste último al ano.



**Figura 9.** Descripción gráfica del sistema digestivo. Sylvia S. Mader, Inquiry into Life, 8<sup>th</sup> edition. Copyright © 1997. The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## 2.4 Tipos de cáncer digestivo más comunes

En el apartado de epidemiología se ha hablado sobre los tipos de cáncer más frecuentes a nivel general. Una vez hablado el concepto de cáncer y teniendo una imagen global del funcionamiento del sistema digestivo, y antes de referir solamente sobre cáncer de colon es conveniente saber los tipos de cáncer digestivo más frecuentes.

**Tabla 5.** Incidencia y mortalidad y probabilidades de desarrollar cáncer según el género y el área donde se habite (Jemal et al., 2011).

	MORE DEVELOPED AREAS				LESS DEVELOPED AREAS			
	INCIDENCE		MORTALITY		INCIDENCE		MORTALITY	
	ASR	CUMULATIVE RISK (%) [AGE 0-74]	ASR	CUMULATIVE RISK (%) [AGE 0-74]	ASR	CUMULATIVE RISK (%) [AGE 0-74]	ASR	CUMULATIVE RISK (%) [AGE 0-74]
<b>Males</b>								
All cancers* (C00-97, but C44)	300.1	30.1	143.9	15.0	160.3	17.0	119.3	12.7
Bladder (C67)	16.6	1.9	4.6	0.5	5.4	0.6	2.6	0.3
Brain, nervous system (C70-72)	6.0	0.6	3.9	0.4	3.2	0.3	2.6	0.3
Colorectum (C18-21)	37.6	4.4	15.1	1.7	12.1	1.4	6.9	0.8
Esophagus (C15)	6.5	0.8	5.3	0.6	11.8	1.4	10.1	1.2
Gallbladder (C23-24)	2.4	0.3	1.6	0.2	1.4	0.2	1.1	0.1
Hodgkin lymphoma (C81)	2.2	0.2	0.4	0.0	0.9	0.1	0.6	0.1
Kidney (C64-66)	11.8	1.4	4.1	0.5	2.5	0.3	1.3	0.1
Larynx (C32)	5.5	0.7	2.4	0.3	3.5	0.4	2.1	0.3
Leukemia (C91-95)	9.1	0.9	4.8	0.5	4.5	0.4	3.7	0.3
Liver (C22)	8.1	1.0	7.2	0.9	18.9	2.2	17.4	2.0
Lung (C33-34)	47.4	5.7	39.4	4.7	27.8	3.3	24.6	2.9
Melanoma of skin (C43)	9.5	1.0	1.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.0
Multiple myeloma (C88 + C90)	3.3	0.4	1.9	0.2	0.9	0.1	0.8	0.1
Nasopharynx (C11)	0.6	0.1	0.3	0.0	2.1	0.2	1.4	0.2
Non-Hodgkin lymphoma (C82-85, C96)	10.3	1.1	3.6	0.4	4.2	0.5	3.0	0.3
Oral cavity (C00-08)	6.9	0.8	2.3	0.3	4.6	0.5	2.7	0.3
Other pharynx (C09-10, C12-14)	4.4	0.5	2.2	0.3	3.0	0.4	2.5	0.3
Pancreas (C25)	8.2	1.0	7.9	0.9	2.7	0.3	2.5	0.3
Prostate (C61)	62.0	7.8	10.6	0.9	12.0	1.4	5.6	0.5
Stomach (C16)	16.7	2.0	10.4	1.2	21.1	2.5	16.0	1.9
Testis (C62)	4.6	0.4	0.3	0.0	0.8	0.1	0.3	0.0
Thyroid (C73)	2.9	0.3	0.3	0.0	1.0	0.1	0.3	0.0

<b>Females</b>								
All cancers* (C00-97, but C44)	225.5	22.0	87.3	9.1	138.0	14.0	85.4	9.0
Bladder (C67)	3.6	0.4	1.0	0.1	1.4	0.2	0.7	0.1
Brain, nervous system (C70-72)	4.4	0.4	2.6	0.3	2.8	0.3	2.0	0.2
Breast (C50)	66.4	7.1	15.3	1.7	27.3	2.8	10.8	1.2
Cervix uteri (C53)	9.0	0.9	3.2	0.3	17.8	1.9	9.8	1.1
Colorectum (C18-21)	24.2	2.7	9.7	1.0	9.4	1.1	5.4	0.6
Corpus uteri (C54)	12.9	1.6	2.4	0.3	5.9	0.7	1.7	0.2
Esophagus (C15)	1.2	0.1	1.0	0.1	5.7	0.7	4.7	0.5
Gallbladder (C23-24)	2.1	0.2	1.5	0.2	2.2	0.3	1.7	0.2
Hodgkin lymphoma (C81)	1.9	0.2	0.3	0.0	0.5	0.1	0.3	0.0
Kidney (C64-66)	5.8	0.7	1.7	0.2	1.4	0.2	0.8	0.1
Larynx (C32)	0.6	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1	0.4	0.0
Leukemia (C91-95)	6.0	0.6	2.9	0.3	3.6	0.3	2.9	0.3
Liver (C22)	2.7	0.3	2.5	0.3	7.6	0.9	7.2	0.8

Lung (C33-34)	18.6	2.3	13.6	1.6	11.1	1.3	9.7	1.1
Melanoma of skin (C43)	8.6	0.9	1.1	0.1	0.6	0.1	0.3	0.0
Multiple myeloma (C88 + C90)	2.2	0.3	1.3	0.1	0.7	0.1	0.6	0.1
Nasopharynx (C11)	0.2	0.0	0.1	0.0	1.0	0.1	0.6	0.1
Non-Hodgkin lymphoma (C82-85, C96)	7.0	0.8	2.2	0.2	2.8	0.3	1.9	0.2
Oral cavity (C00-08)	2.4	0.3	0.6	0.1	2.6	0.3	1.5	0.2
Other pharynx (C09-10, C12-14)	0.8	0.1	0.3	0.0	0.8	0.1	0.6	0.1
Ovary (C56)	9.4	1.0	5.1	0.6	5.0	0.5	3.1	0.4
Pancreas (C25)	5.4	0.6	5.1	0.6	2.1	0.3	2.0	0.2
Stomach (C16)	7.3	0.8	4.7	0.5	10.0	1.1	8.1	0.9
Thyroid (C73)	9.1	0.9	0.4	0.0	3.4	0.4	0.7	0.1

ASR indicates age-standardized rate per 100,000. Rates are standardized to the World Standard Population.

\*Excludes nonmelanoma skin cancer.

Source: GLOBOCAN 2008.

La tabla anterior muestra los datos sobre incidencia y mortalidad provocada por distintos tipos de cáncer según el sexo y según si los casos tienen lugar en áreas desarrolladas o menos desarrolladas. En amarillo quedan destacados los tipos de cáncer pertenecientes al sistema digestivo.

En el caso del **género masculino** en áreas desarrolladas, la *incidencia* de cáncer digestivo (de mayor a menor es la siguiente): Colorrectal, estómago, páncreas, hígado, cavidad oral, esófago, laringe. Sin embargo, si observamos la *mortalidad* provocada, a pesar de que la incidencia del cáncer colorrectal es de 37.6 y la de estómago es de 16.7, la diferencia entre la mortalidad provocada entre ambos no es muy grande, siendo 15.1 para el colorrectal y 10.4 para el de estómago.

La *incidencia* para el **género femenino** sigue el mismo orden que el masculino, sin embargo la incidencia en todos los casos es menor al igual que su mortalidad provocada. Si se observan el cáncer colorrectal y de estómago (ya que son los más numerosos en ambos géneros), la mortalidad de cada uno es de 9.7 y 4.7 respectivamente.

Analizando el caso de cáncer en áreas menos desarrolladas, cambia el orden de incidencia tanto para hombres como para mujeres y en ambos casos se sitúa el de estómago en primer lugar, tanto en incidencia como en mortalidad provocada. El

colorrectal queda en tercer lugar de incidencia para hombres y el segundo para mujeres.

## **2.5 Conclusiones**

El sistema digestivo es un sistema complejo en el que intervienen múltiples órganos con el objetivo de suministrar nutrientes a todo el organismo. Es un sistema en contacto con el exterior y debido a ello necesita estar muy protegido, es por eso que el sistema inmune tiene gran actividad en él. Son numerosos los tumores que pueden surgir, también debido al número de órganos que forman parte de su conjunto, y en el caso de los cánceres digestivos, es el colorrectal es el que mayor incidencia y mortalidad tiene en países desarrollados tanto en hombres como mujeres. Por ello, el reducir los riesgos de su desarrollo resulta vital.

## CAPÍTULO 3

### CÁNCER DE COLON

#### 3.1 Introducción

El cáncer de colon es uno de los tipos de cáncer más frecuentes tanto en hombres como mujeres. Además es uno de los más beneficiados por la actividad física, tanto a nivel preventivo o como tratamiento. En algunas ocasiones se menciona cáncer colorrectal en lugar de colon, esto se debe a que el cáncer de colon y el de recto presentan muchas características en común. Sin embargo esto no se debe confundir, ya que la actuación con ambos no es igual, sino que el tratamiento de cada uno es diferente.

#### 3.2 Métodos para detectar el cáncer de colon y recto

Son varios los métodos existentes para evaluar la posible presencia de un cáncer colorrectal.

En el capítulo 1 se han visto unos factores de riesgo que aumentan el riesgo de desarrollar cáncer a nivel general. En el caso del cáncer colorrectal (además de los factores de riesgo mencionados anteriormente) hay varios factores más específicos que influyen en su posibilidad de desarrollo:

- Pólipos: se desarrollan en la pared interna del colon y recto. Resulta conveniente detectarlos pronto y extraerlos ya que algunos cánceres (adenomas) se forman en ellos.
- Colitis ulcerativa: Se producen inflamaciones y úlceras en el colon.
- Enfermedad de Crohn: El tracto gastrointestinal sufre de una inflamación crónica.

Dependiendo del historial, antecedentes y síntomas de la persona se realizarán unas pruebas u otras. Las principales en el caso de detección de cáncer colorrectal son las siguientes:

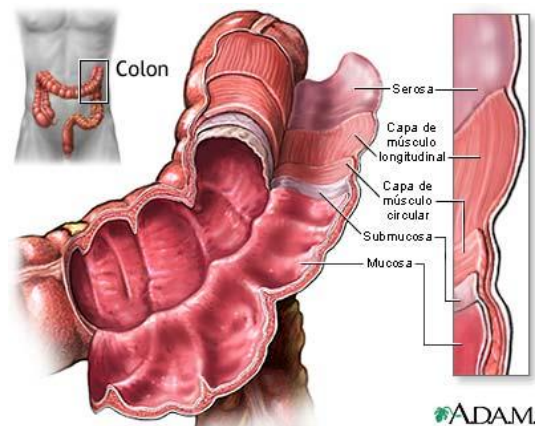
- Análisis de posible sangre oculta en heces. El realizar esta prueba puede ayudar a reducir el número de muertes por cáncer colorrectal hasta un 33%.
- Sigmoidoscopia y colonoscopia: en ambas pruebas se introduce un tubo por el recto y se examinará el estado del colon y recto para detectar la presencia de una masa anormal. También se puede extraer un tejido del colon o recto (biopsia) para después analizarlo.
- Resonancia magnética.

### **3.3 Categorías del cáncer colorrectal**

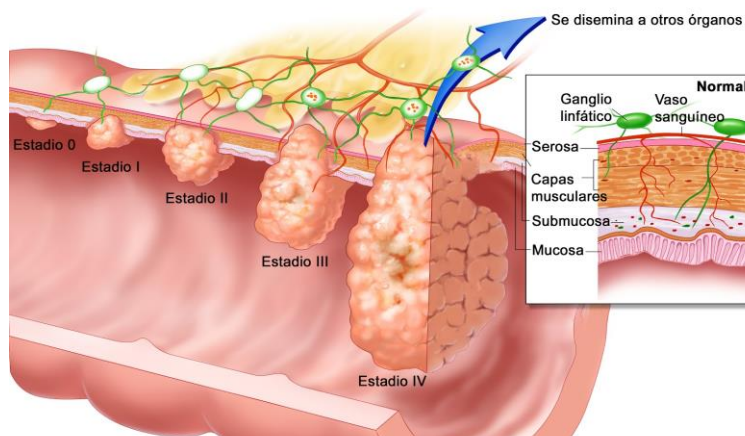
Se distinguen tres tipos de categoría: T, N, M (NCCN & ACS, 2007).

- Categoría T: Refieren al nivel de propagación del tumor por las capas que constituyen las paredes de colon y recto. Estas capas de mayor a menor profundidad son: mucosa, submucosa, muscularis propia, subserosa y serosa.
  - TIS: es la primera etapa del cáncer, ya que no se ha extendido más de la capa interna del colon o recto.
  - T1: etapa más avanzada donde el cáncer afecta a mucosa y se expande hasta la submucosa.
  - T2: Además de afectar a la mucosa y submucosa, el cáncer afecta también a la capa muscular.
  - T3: El cáncer ha alcanzado todas las capas anteriores extendiéndose hasta la subserosa pero sin afectar a tejidos u órganos cercanos.
  - T4: Propagación completa de la pared del colon o recto incluso de tejidos u órganos adyacentes.
- Categorías N: refieren a la extensión del cáncer sobre ganglios linfáticos contiguos.
  - N0: No hay afectación sobre los ganglios linfáticos.

- N1: De 1 a 3 células cancerosas presentes en ganglios linfáticos regionales.
  - N2: En 4 o más ganglios linfáticos regionales hay células cancerosas.
- Categorías M: se utilizan para hablar de la presencia o no de metástasis.
- M0: No hay metástasis.
  - M1: Si hay metástasis.



**Figura 10.** Diferentes capas que conforman la pared del colon desde la más profunda (mucosa) hasta la más superficial (serosa). El blog de Argenis Fernández (2011). El cáncer de Hugo Chávez. Obtenida el 17 de Julio de 2011 en <http://argenisvenezuela.blogspot.com.es/2011/07/el-cancer-de-hugo-chavez.html>



**Figura 11.** Etapas del cáncer de colon. Desde el estadio 0 (etapa menos grave) el cual las células cancerosas están solamente en la mucosa, hasta el estadio IV (etapa más grave), donde el cáncer se ha extendido por todas las capas de la pared del colon e incluso a órganos o tejidos lejanos (metástasis). Raquel Pomares (2012). Estadios del cáncer de colon || . Obtenida el 11 de noviembre de 2012 en <http://cancer-colon.euroresidentes.com/2012/11/estadios-del-cancer-de-colon-ii.html>



### **3.4 Conclusiones**

El cáncer de colon se ve influido por numerosos factores de riesgo, que además de los que afectan al riesgo de desarrollar tumores a nivel general, hay otros factores específicos que afectan al riesgo de su desarrollo, por lo que hay que tener más cuidado y limitar al máximo posible estos riesgos. Como se ha visto, la Sociedad Americana del Cáncer junto a la National Comprehensive Cancer Network establecen unas categorías de cáncer colorrectal dependiendo de la gravedad y estadio del mismo, resultando en una clasificación que permite saber con más rapidez el grado de desarrollo del tumor. A continuación en el capítulo 4, se verá el por qué la actividad física juega un papel primordial en su prevención.

## **CAPÍTULO 4**

### **ACTIVIDAD FÍSICA Y PREVENCIÓN DEL CÁNCER DE COLON**

#### **4.1 Introducción**

A pesar de haber unos factores genéticos y hereditarios que pueden provocar cáncer, una gran parte de los casos puede evitarse cambiando el estilo de vida. Es así como un bajo consumo de alimentos ricos en fibra o un alto consumo de carnes rojas se sitúan como factores de riesgo de cáncer de colon (Samad, Taylor, Marshall, & Chapman, 2005). Por eso, un estilo de vida saludable (dieta variada y equilibrada junto con la realización de actividad física, el no consumir tabaco, la limitación de alcohol...) son factores que determinan el porcentaje de riesgo de padecer cáncer de colon, siendo por ello uno de los tipos de cáncer más prevenibles.

#### **4.2 Efectos de la actividad física**

Podría decirse que la actividad física funciona como prevención y tratamiento de muchas enfermedades, por eso es muy importante su realización con la mayor frecuencia posible, ya que si se practica adecuadamente son muchísimos los beneficios que produce y mínimos los riesgos.

El llevar un estilo de vida sedentario aumenta muchos riesgos de diversas patologías, en el caso del cáncer, aumenta su probabilidad de padecerlo debido a cambios en hormonas y factores de crecimiento, el aumento de la masa grasa o el menor funcionamiento de la sistema inmune entre otros (Samad et al., 2005).

La actividad física produce beneficios para todo tipo de cánceres debido a una disminución del porcentaje de masa grasa. También aumentan las defensas inmunitarias anti tumor (número y actividad de los macrófagos; proliferación de linfocitos), pero sin embargo la acción en algunos mecanismos moleculares no está tan claro. Los efectos que la actividad física provoque depende mayoritariamente del tipo,

frecuencia, duración e intensidad junto con el tipo de dieta llevada a cabo (Na & Oliynyk, 2011).

En la prevención del cáncer de colon, la actividad física actúa por medio de diversos mecanismos biológicos como son: una disminución de la acción de inflamación, reducción del tiempo gastro-intestinal, disminución del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) así como un descenso de la hiperinsulinemia, resistencia a la insulina, mayores niveles de vitamina D y modulación de la función inmune (K Y Wolin, Yan, Colditz, & Lee, 2009). La disminución del factor IGF-1 es muy importante ya que junto a la insulina, aumentan la proliferación celular e inhiben la apoptosis en las células cancerosas del colon. Por ende, el riesgo de cáncer de colon es mayor en personas con un alto nivel en la circulación del factor IGF-1 (Meyerhardt et al., 2006), (Samad et al., 2005). La reducción del tiempo gastro-intestinal implica una disminución del tiempo en el que las mucosas del colon están expuestas a los carcinógenos (E. Des et al., 2012). Se incrementa la producción de hormonas prostaglandinas lo que hace que disminuya la proliferación de células en el colon y aumente su movilidad. También se secreta menos bilis (o menos ácida), produciendo un descenso de las agresiones (Meyerhardt et al., 2006).

Wolin et al. (2009), extrajeron como conclusión que la reducción de riesgo de cáncer de colon se reduce en un 24% con la realización de actividad física. Aunque otros estudios hablan sobre un porcentaje de reducción diferente, por ejemplo Sanchez et al., (2012), mencionan un descenso del riesgo entre un 40-50% para aquellos que realizan actividad física moderadamente. La diferencia de reducción de riesgo según el sexo es similar para ambos (Lee and Oguma, 2006), (Friedenreich et al., 2006).

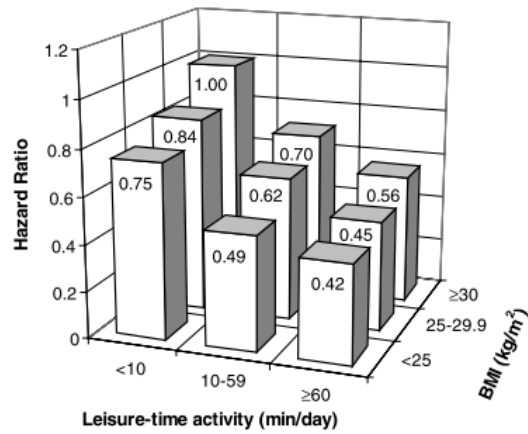
En un estudio llevado a cabo por R. Howard et al. (2008), concluyeron que la actividad física, independientemente de la intensidad reduce el riesgo de cáncer colorrectal; y sin embargo, el comportamiento sedentario está ligado a un aumento de su riesgo. Kathleen Y Wolin, Patel, & Campbell, (2010) observaron durante 15 años (1982-1997) el cambio en la actividad física de los participantes; la relación de ésta con la incidencia de cáncer de colon (1998-2005) y con su mortalidad (1998-2006). Vieron que aquellos con un nivel alto de realización de actividad física tenían una mayor

reducción del riesgo comparado con aquellos cuyo nivel era bajo; así como con el riesgo de mortalidad, el cual era menor para aquellos que eran físicamente activos comparados con quienes eran inactivos. Otra de las conclusiones que sugería su estudio era la participación a largo plazo en la actividad física supone una mayor reducción del riesgo.

Además, tal y como finalizaron en el estudio Sanchez et al., (2012), la realización de al menos una hora a la semana de actividad física, reduce el riesgo de desarrollar pólipos y adenomas en el colon. Pero también hablaron sobre una mayor reducción a mayor número de horas de actividad a la semana.

Pero los efectos de la actividad física no son iguales, sino que difieren según el tipo y la intensidad de cómo se realiza. S. Larsson et al. (2006) para ver los efectos de distintos tipos de actividad física en la reducción del riesgo, diferenciaron entre la actividad realizada en el trabajo, en casa y la de ocio. Observaron una relación inversa entre las actividades de ocio y el riesgo de cáncer colorrectal, siendo éste menor cuanto mayor era el tiempo de actividad (figura 8). Los resultados en cuanto a la actividad en el trabajo y en casa también juegan un efecto protector pero no tanto como las de ocio. También vieron una relación entre el BMI, peso y el riesgo de cáncer colorrectal siendo a mayor BMI y peso mayor el riesgo, por lo que la actividad física al influir en el descenso de ello juega un papel fundamental al reducir el porcentaje de tejido adiposo.

En relación con el BMI, las personas con sobrepeso, alta ingesta calórica y poca realización de actividad física son las que mayor riesgo tienen de sufrir cáncer de colon (figura 12), (Le Marchand, Wilkens, Kolonel, Hankin, & Lyu, 1997). Sin embargo, el ejercicio regular conlleva a beneficios de reducción del riesgo de cáncer aunque no haya habido pérdida de peso (Sanchez et al., 2012).



**Figura 12.** Incidencia en la disminución de riesgo de cáncer colorrectal en función de los minutos de actividad física de ocio realizados al día y el BMI. Cuanto menor es el BMI y mayor tiempo de actividad, menor es el riesgo.

Thune et al, (1996) contemplaron una reducción del riesgo mediante la combinación de la actividad física ocupacional y recreativa al igual que aumentando la actividad total realizada. E. Des et al., (2012) también vieron un efecto dosis respuesta donde a mayor cantidad de actividad física realizada mayor disminución del riesgo. (Des, Que, & Sait, n.d.).

El nivel de actividad física necesario para observar el descenso de riesgo es de 1 hora al día a intensidad vigorosa (6 MET) o 2 a intensidad moderada (3 MET). Esta actividad puede ser una combinación de la actividad ocupacional, de ocio o la realizada en casa, aunque el tipo de actividad que más influye sobre la reducción de todo tipo de tumores de colon son las de ocio (Friedenreich et al., 2006). Además, en un meta-análisis realizado por A. Samad et al., (2005) vieron un RR de 0.79 y 0.78 para las actividades ocupacionales y recreacionales respectivamente para el sexo masculino y para el femenino un RR de 0.71 pero solamente en el caso de las actividades recreacionales.

**Tabla 6.** Cantidad de actividad física recreacional realizada por hombres y mujeres en el año anterior al estudio (Chao et al., 2004).

Recreational physical activity in year before study enrollment	Men			Women			Men and women
	No. cases	Age-adjusted RR (95% CI)	Multivariate-adjusted RR (95% CI)*	No. cases	Age-adjusted RR (95% CI)	Multivariate-adjusted* RR (95% CI)	Multivariate-adjusted* RR (95% CI)
Total	536			404			
No activity	79	1.00 (reference)	1.00 (reference)	39	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)
Any reported activity†	457	0.72 (0.57-0.91)	0.82 (0.64-1.04)	365	0.92 (0.66-1.28)	0.98 (0.70-1.37)	0.87 (0.71-1.06)
Recreational physical activity† (h/wk)							
No activity	79	1.00 (reference)	1.00 (reference)	39	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)
<2	164	0.83 (0.63-1.08)	0.91 (0.69-1.19)	136	0.97 (0.68-1.39)	1.01 (0.70-1.44)	0.94 (0.75-1.16)
2-3	72	0.62 (0.45-0.86)	0.72 (0.52-1.01)	80	0.94 (0.64-1.37)	1.01 (0.68-1.49)	0.83 (0.65-1.07)
4-6	124	0.76 (0.58-1.01)	0.86 (0.64-1.15)	92	0.92 (0.63-1.34)	0.97 (0.66-1.43)	0.89 (0.71-1.12)
7	59	0.71 (0.50-0.99)	0.77 (0.54-1.08)	34	0.99 (0.62-1.56)	1.03 (0.65-1.65)	0.85 (0.64-1.12)
≥8	38	0.51 (0.35-0.75)	0.58 (0.39-0.87)	23	0.60 (0.36-1.01)	0.65 (0.39-1.11)	0.60 (0.44-0.83)
P for trend, with and without reference group		0.001, 0.02	0.007, 0.03		0.07, 0.07	0.14, 0.11	0.002, 0.007
Recreational physical activity† (MET h/wk)							
No activity	79	1.00 (reference)	1.00 (reference)	39	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)
<7	158	0.82 (0.63-1.07)	0.90 (0.68-1.18)	135	0.98 (0.69-1.40)	1.02 (0.71-1.46)	0.93 (0.75-1.16)
7-13	68	0.72 (0.52-1.00)	0.83 (0.59-1.16)	63	0.91 (0.61-1.36)	0.98 (0.65-1.47)	0.88 (0.68-1.13)
14-23	106	0.67 (0.50-0.90)	0.75 (0.55-1.01)	96	0.94 (0.65-1.37)	1.00 (0.68-1.47)	0.84 (0.66-1.06)
24-29	77	0.79 (0.58-1.09)	0.86 (0.63-1.19)	38	0.89 (0.57-1.40)	0.94 (0.60-1.48)	0.89 (0.68-1.15)
≥30	48	0.52 (0.36-0.74)	0.60 (0.41-0.87)	33	0.70 (0.44-1.12)	0.77 (0.48-1.24)	0.65 (0.49-0.87)
P for trend, with and without reference group		0.0006, 0.008	0.005, 0.02		0.07, 0.08	0.15, 0.12	0.002, 0.006

\*Models included age, education, exercise level in 1982, cigarette smoking, alcohol, red meat, folate, fiber, multivitamin use in 1982, and hormone replacement therapy (women). Models of men and women combined also included sex.

†Included walking, jogging/running, lap swimming, tennis or racquetball, bicycling/stationary bike, aerobics/calisthenics, and dancing.

Chao et al., (2004) concluyeron en su estudio que cuanto más tiempo se pasa realizando una actividad de tipo ocio se reduce considerablemente el riesgo de cáncer de colon y recto; pero como se aprecia en la *tabla 7* la influencia de la actividad física es mayor en los cánceres de colon que en los rectales.

**Tabla 7.** Actividad física y riesgo de cáncer de colon y recto según el tipo de actividad realizada en la población total del estudio (Friedenreich et al., 2006).

Type of activity	Colon cancer, total study population				Rectal cancer, total study population				
	No. cases	No. person-years	Age- and center-stratified hazard ratio (95% CI)*	Multivariate hazard ratio (95% CI)†	Quartile definitions/cut points	No. cases	No. person-years	Age- and center-stratified hazard ratio (95% CI)*	Multivariate hazard ratio (95% CI)†
<b>Total physical activity</b>									
Inactive	162	443,155	1.0	1.0	Inactive	91	442,864	1.0	1.0
Moderately inactive	397	942,463	0.91 (0.75-1.10)	0.92 (0.76-1.12)	Moderately inactive	192	941,684	1.01 (0.78-1.31)	1.02 (0.78-1.32)
Moderately active	436	943,626	0.84 (0.69-1.01)	0.86 (0.70-1.04)	Moderately active	246	944,956	1.00 (0.78-1.29)	1.02 (0.79-1.32)
Active	80	239,427	0.76 (0.58-1.00)	0.78 (0.59-1.03)	Active	58	239,318	1.01 (0.72-1.40)	1.02 (0.73-1.44)
P <sub>trend</sub>			0.02	0.04	P <sub>trend</sub>			0.98	0.91
<b>Occupational activity</b>									
Sedentary	249	727,785	1.0	1.0	Sedentary	142	727,363	1.0	1.0
Standing	202	689,087	0.96 (0.80-1.17)	0.98 (0.81-1.19)	Standing	109	688,712	1.11 (0.86-1.43)	1.11 (0.85-1.43)
Manual/heavy manual	110	274,166	0.89 (0.71-1.12)	0.91 (0.72-1.15)	Manual/heavy manual	71	274,015	0.97 (0.72-1.29)	0.96 (0.71-1.30)
Nonworker	514	879,634	0.90 (0.75-1.08)	0.91 (0.75-1.09)	Nonworker	265	878,734	1.15 (0.90-1.47)	1.16 (0.90-1.49)
P <sub>trend</sub>			0.29	0.38	P <sub>trend</sub>			0.97	0.82
<b>Household activity (MET-h/wk)</b>									
<19.5	289	673,316	1.0	1.0	<19.5	150	672,766	1.0	1.0
≥19.5-39.6	281	682,023	0.94 (0.80-1.12)	0.95 (0.80-1.12)	≥19.5-39.6	157	681,576	1.02 (0.81-1.28)	1.02 (0.81-1.28)
≥39.6-73.9	272	659,317	0.90 (0.76-1.07)	0.90 (0.76-1.07)	≥39.6-73.9	167	658,912	1.09 (0.87-1.38)	1.10 (0.87-1.34)
≥73.9	252	618,226	0.92 (0.76-1.13)	0.93 (0.76-1.13)	≥73.9	125	617,747	0.97 (0.74-1.26)	0.98 (0.75-1.29)
P <sub>trend</sub>			0.34	0.35	P <sub>trend</sub>			0.97	0.88
<b>Recreational activity (MET-h/wk)</b>									
<12.0	317	675,216	1.0	1.0	<12.8	139	488,157	1.0	1.0
≥12.0-24.8	255	665,716	0.83 (0.70-0.98)	0.85 (0.71-1.00)	≥12.8-24.0	144	490,903	1.14 (0.90-1.44)	1.15 (0.90-1.46)
≥24.8-42.8	258	658,547	0.81 (0.68-0.96)	0.83 (0.70-0.98)	≥24.0-42.0	158	477,489	1.20 (0.94-1.51)	1.22 (0.96-1.54)
≥42.8	264	633,403	0.85 (0.71-1.01)	0.88 (0.74-1.05)	≥45.8	158	426,419	1.18 (0.92-1.50)	1.21 (0.94-1.54)
P <sub>trend</sub>			0.05	0.13	P <sub>trend</sub>			0.18	0.12

\*Base models are stratified by age and center and mutually adjusted for each type of physical activity (occupational, recreational, and household).

†Multivariate models are stratified by age and center and adjusted for energy (kilocalories per day in quartiles), education (none, primary school, technical/professional school), smoking (never, former, current, unknown), height (centimeters in tertiles), weight (kilograms in tertiles), and fiber (grams per day in quartiles).

‡Multivariate models are stratified by age and center and adjusted for energy (kilocalories per day in quartiles), education (none, primary school, technical/professional school), smoking (never, former, current, unknown), height (centimeters in tertiles), weight (kilograms in tertiles), fiber (grams per day in quartiles), and fish intake (grams per day in quartiles).

§Test for trend in occupational activity excluded all study participants categorized as nonworkers, missing, or unknown.

Otro interesante aspecto que analizaron Chao et al., (2004) fue la comparación entre el efecto de disminución de riesgo entre los participantes que solo caminaban o quienes además de caminar realizaban otras actividades. Tanto a nivel masculino como femenino la reducción del riesgo es mayor si además de caminar, se realizan otras actividades y que a su vez, si las horas realizadas son más también el descenso del riesgo se verá incrementado (tabla 10).

**Tabla 8.** Horas de realización de actividad física tipo ocio sólo caminar o caminar más otras actividades y su incidencia en cáncer de colon (Chao et al., 2004).

Recreational physical activity in year before study enrollment	Men			Women			Men and women
	No. cases	Age-adjusted RR (95% CI)	Multivariate-adjusted* RR (95% CI)	No. Cases	Age-adjusted RR (95% CI)	Multivariate-adjusted* RR (95% CI)	Multivariate-adjusted* RR (95% CI)
Type of recreational physical activity (h/wk)							
No activity	79	1.00 (reference)	1.00 (reference)	39	1.00 (reference)	1.00 (reference)	1.00 (reference)
Walking only							
<4	143	0.80 (0.61-1.05)	0.87 (0.66-1.15)	125	0.98 (0.68-1.40)	1.00 (0.70-1.44)	0.91 (0.73-1.14)
4-6	72	0.77 (0.56-1.06)	0.83 (0.60-1.16)	60	1.04 (0.69-1.56)	1.08 (0.71-1.63)	0.92 (0.71-1.18)
≥7	51	0.84 (0.59-1.19)	0.88 (0.61-1.25)	25	1.15 (0.70-1.91)	1.18 (0.71-1.95)	0.96 (0.72-1.29)
<i>P</i> for trend, with and without reference group		0.39, 0.91	0.34, 0.84		0.47, 0.46	0.41, 0.46	0.76, 0.79
Walking plus other activities <sup>†</sup>							
<4	70	0.64 (0.46-0.88)	0.73 (0.53-1.02)	76	0.92 (0.63-1.36)	0.99 (0.67-1.47)	0.83 (0.64-1.06)
4-6	45	0.75 (0.52-1.08)	0.85 (0.58-1.24)	26	0.67 (0.41-1.11)	0.72 (0.43-1.19)	0.79 (0.58-1.06)
≥7	43	0.46 (0.32-0.67)	0.53 (0.36-0.78)	27	0.55 (0.33-0.89)	0.59 (0.36-0.98)	0.55 (0.40-0.74)
<i>P</i> for trend, with and without reference group		0.0004, 0.11	0.02, 0.16		0.01, 0.05	0.07, 0.07	0.003, 0.03

\*Models included age, education, exercise level in 1982, cigarette smoking, alcohol, red meat, folate, fiber, multivitamin use in 1982, and hormone replacement therapy (women). Models of men and women combined also included sex.

<sup>†</sup>Included walking, jogging/running, lap swimming, tennis or racquetball, bicycling/stationary bike, aerobics/calisthenics, and dancing.

Analizando la tabla 8, hay un descenso significativo del riesgo en el caso de los hombres sobre todo a partir de 7 o más horas semanales de actividad de ocio y sin embargo los resultados en mujeres no son significativos. También, cuantos más MET utilizados por semana mayor es el descenso del riesgo, siendo en el caso de los hombres significativo en algunos casos y no para las mujeres.

Sobre la zona del colon donde la reducción tumoral mediante la actividad física tiene más efecto, K. Wolin et al., (2007) vieron un mayor efecto de la actividad física sobre los tumores de partes distales del colon que en partes proximales. Observaron un descenso significativo ( $p=0.01$ ) del riesgo cuantas más horas de actividad moderada o vigorosa se realizaba, mujeres que realizaron 4 horas a la semana o más redujeron el

riesgo un 44% más que las que realizaban entorno a una hora. Percibieron también que, incluso solamente caminar (cuanto más rápido mejor), influye en la disminución del riesgo. Asimismo P. Mai et al., (2007) también observaron que las mujeres que realizaban media hora o menos de actividad a la semana apenas reducían el riesgo comparado con las que hacían alrededor de 4 horas a la semana, que contaban con alrededor de un 49% de la reducción del riesgo de cáncer de colon (RR, 0.51; CI 95%, 0.31-0.85  $P_{\text{trend}} = 0.02$ ).

Relativo al uso de terapia hormonal (estrógenos) en mujeres post-menopáusicas P. Mai et al., (2007), observaron que en las mujeres que realizaban actividad física sin terapia hormonal disminuyeron su riesgo pero sin embargo, para aquellas que si usaron terapia hormonal y a pesar de realizar actividad física no contemplaron ninguna disminución. Una de las hipótesis que P.Mai et al., (2007) al por qué el efecto de la actividad física es menor en mujeres es la terapia hormonal, es que mantiene un nexo con un bajo riesgo de cáncer de colon, por lo que modifica la relación entre la actividad física y el cáncer de colon.

Como se ha visto anteriormente, los grupos con más riesgo son aquellos que no son lo suficientemente activos, tienen una alta ingesta calórica y un alto BMI. En las personas inactivas por lo general, la ingesta calórica e índice de masa corporal son mayores. Para las personas que realizan mayor cantidad de actividad física el riesgo de cáncer de colon no se ve tan afectado por la ingesta calórica y el BMI; sin embargo, aquellos con un bajo nivel de actividad física los dos factores anteriores suponen un riesgo mayor (Slattery et al., 1997).

También conviene destacar la importancia de la vitamina D en la prevención de cáncer de colon, concretamente de su receptor (VDR). Este receptor actúa sobre la proteína beta-catenina, la cual facilita el proceso cancerígeno en las células del cáncer de colon. El VDR repime la acción de esta proteína, que no evita la aparición de tumores, pero si actúa en su fase de crecimiento limitando su agresividad (Insituto de Oncología Vall d'Hebron 2011). Por lo que conviene realizar actividad física al aire libre, de manera que estando expuestos al sol se active la producción de ésta vitamina y con ella su receptor.



### 4.3 Conclusiones

Como se ha visto a lo largo del capítulo, independientemente del tipo, duración o frecuencia tiene un efecto preventivo sobre el riesgo de cáncer de colon. No obstante, el descenso del riesgo es mayor con la realización de actividades tipo ocio antes que las realizadas en casa o en el trabajo, aunque lo más beneficioso para su reducción es una combinación de estos tres tipos.

Sobre la intensidad, es suficiente con actividades de baja intensidad para observar una reducción del riesgo, sin embargo su descenso es mayor cuanto más intensidad, aunque éste último todavía no está tan claro. Referente a las horas de actividad física realizadas por semana, cuantas más sean, mayor beneficio se observará.

En cuanto al género, la reducción es similar en ambos sexos, aunque en varios de los artículos citados los resultados son más claros y significativos en hombres que en mujeres.

El estudio del efecto de la actividad física sobre el cáncer de colon es relativamente reciente, pero en todos los estudios se habla que la actividad de ocio es la que más efecto preventivo tiene. Thune et al., (1996) lanzaron la hipótesis de que puede ser debido a que ésta ofrece una mayor variedad antes que la actividad ocupacional o la realizada en casa y por tanto los estímulos y adaptaciones producidos en el organismo son mayores.

Por ello, queda claro la importancia de realizar actividad física a diario así como limitar los comportamientos sedentarios y fomentar el estilo de vida activo, el cual comprende también una alimentación equilibrada la cual incluye gran variedad de fruta y verdura y reducir al máximo posible la ingesta de carne roja y grasas saturadas.

## ANEXO A

### PLANTEAMIENTO DE ACTIVIDAD FÍSICA PARA PREVENIR CÁNCER DE COLON

Como se ha visto a lo largo del trabajo, resulta imprescindible implementar un estilo de vida activo en nuestro día a día, por lo que a continuación se presentan varias recomendaciones así como un ejemplo de semana de entrenamiento para ayudar a prevenir el riesgo de desarrollar cáncer de colon. Asimismo, se presentan unas recomendaciones nutricionales a seguir ya que los hábitos alimenticios, junto con la realización de actividad física, son los factores que más influyen en la prevención.

Lo más importante es en primer lugar, reducir los hábitos sedentarios y después incrementar el tiempo realizando actividad física, por eso el realizar lo explicado a continuación resulta importante:

- Llevar un podómetro. Objetivo: Llegar a 10.000 pasos o más al día.
- Reducir los comportamientos sedentarios del día a día, sustituyéndolos por activos. Por ejemplo, subir por las escaleras en vez de coger el ascensor.
- Tener una hoja de registro del tiempo que se pasa sentado (TV, ordenador...) para auto concienciarse y que sea la misma persona quien se dé cuenta de que tiene que reducir ese tiempo.
- Hoja de registro para la alimentación y que ésta sea lo más variada y equilibrada posible.

### CONSEJOS NUTRICIONALES

- Aumentar el consumo de frutas y verduras, al menos 5 piezas al día.
- Reducir el consumo de carne, especialmente la roja o procesada a no más de 80gr/día.
- Evitar el sobrepeso y/o obesidad, ya que incrementa el riesgo de sufrir cáncer, por lo que se recomienda estar con un IMC entre 20-25.
- Evitar las dietas ricas en grasa, ya que contribuyen a un aumento de peso y con ello a un aumento del riesgo.
- Reducir la ingesta de alcohol a 2 vasos al día para hombres y 1 para mujeres.
- Reducir el consumo de alimentos salados y ahumados.

- No tomar suplementos vitamínicos a menos que sean necesarios.

• **EJEMPLO DE UNA SEMANA DE ENTRENAMIENTO**

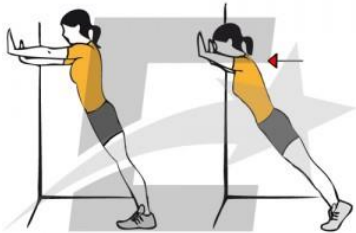

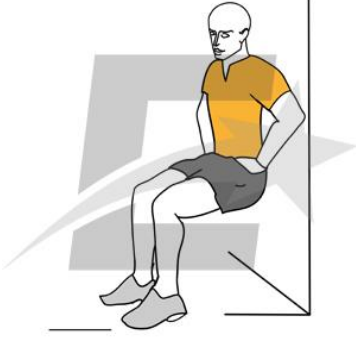
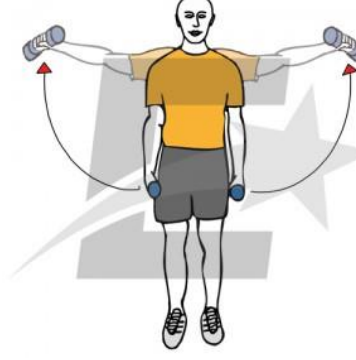
Modelo de semana de entrenamiento para una persona normoactiva que tras haber realizado una prueba de esfuerzo no ha tenido ningún problema a altas intensidades.

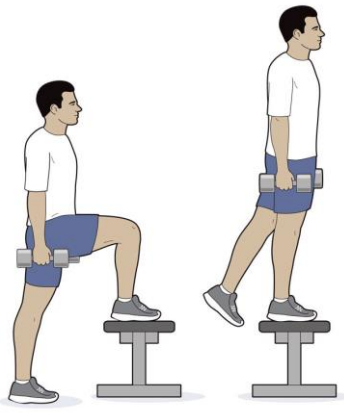
L	M	X	J
YOGA Clase colectiva	Gimnasio Trabajo general Calentamiento: CV Parte ppal: Fuerza + CV Vuelta calma: Estirar	Caminar: 30' 5' R2 (55-75%Fcpico) 15' R3 (75-100%Fcpico) 5' R2 (55-75%Fcpico)	Gimnasio Tonificación en máquinas Calentamiento: CV Parte ppal: Fuerza + IT Escuela de espalda Vuelta calma:CV + estirar

V	S	D
TAI-CHI Clase colectiva	Gimnasio Circuit Training Calentamiento: CV Parte ppal: Fuerza + CV Escuela de espalda Vuelta calma:CV + estirar	Caminar: 20' Ritmo R2 (55-75%Fcpico) Correr: 10' AL1 Caminar: 5' R2

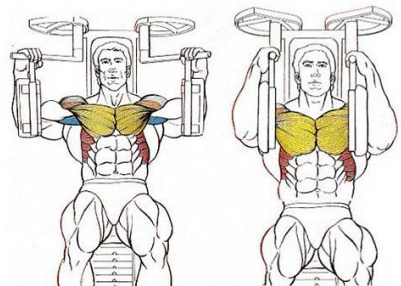
Sesión de gimnasio martes

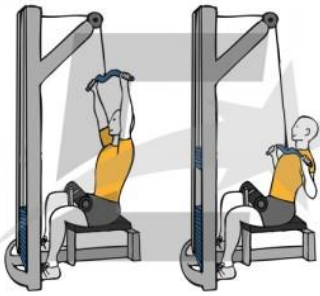

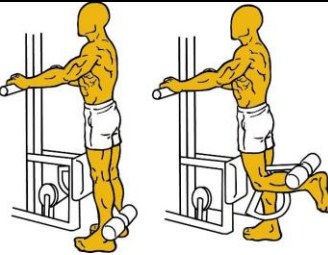
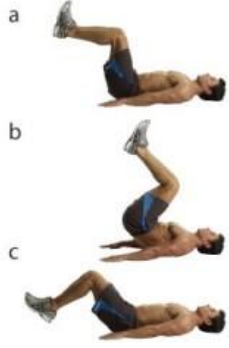
<b>CALENTAMIENTO</b>	Movilidad articular 5' Bicicleta (R2 55-75%FC <sub>pico</sub> ) 10'	
<b>PARTE PRINCIPAL</b>	<b>Fuerza, objetivos:</b> -Aprendizaje técnica y respiración. -Aprendizaje de la percepción del esfuerzo.	



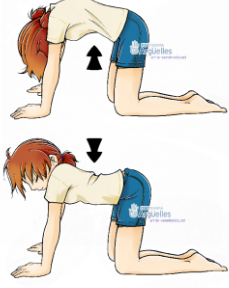
	<p>Flexiones en pared 2x10/30"</p>	
	<p>Press de pecho con mancuernas de 1kg 2x12/30"</p>	
	<p>Cuádriceps isométrico en pared 2x7"/15"</p>	
	<p>Pájaros con mancuernas 3x12/20"</p>	

	<p>Step con mancuernas 1kg 3x10/20"</p>	
	<p><b>Cardiovascular:</b> Cinta R2 (55-75%FC<sub>pico</sub>) 10' Elíptica R2 (55-75%FC<sub>pico</sub>) 10'</p>	
<b>VUELTA A LA CALMA</b>	<p><b>Estiramientos:</b> -Pectoral -Hombro -Cuádriceps -Isquiotibiales -Gemelos</p>	

### Sesión de gimnasio miércoles

<b>CALENTAMIENTO</b>	<p>Movilidad articular 5' Cinta (R2 55-75%FC<sub>pico</sub>) 10'</p>	
<b>PARTE PRINCIPAL</b>	<p><b>Fuerza, objetivos:</b> -Aprendizaje técnica y respiración. -Aprendizaje de la percepción del esfuerzo.</p>	
	<p>Peck deck 2x12/30"</p>	




	<p>Polea al pecho 2x12/30"</p>	
	<p>Extensión cuádriceps 3x10/30"</p>	
	<p>Curl femoral de pie 3x8/30"</p>	
<p><b>Interval Training en bici (IT):</b> 8x(15" R3 75-100%FC<sub>pico</sub>-60" Recuperación Pasiva)</p>		
<p><b>ESCUELA DE ESPALDA</b></p>	<p>Crunch elevando rodillas 3x8/20"</p>	

	<p>Abdominales oblicuos 3x10/20"</p>	
	<p>Hiperextensiones piernas alternas 2x10/20"</p>	
	<p>Gato 2x15/10"</p>	
<p><b>VUELTA A LA CALMA</b></p>	<p><b><u>Elíptica R2 5'</u></b> <b><u>Estiramientos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pectoral</li> <li>-Bíceps</li> <li>-Tríceps</li> <li>-Espalda</li> <li>-Cuádriceps</li> <li>-Isquiotibiales</li> <li>-Gemelos</li> </ul>	

Sesión de gimnasio sábado

<b>CALENTAMIENTO</b>	Movilidad articular 5' Cinta (R2 55-75%FC <sub>pico</sub> ) 10'	
<b>PARTE PRINCIPAL</b>	<p><b>Circuit Training:</b>          Alternar trabajo cardiovascular y fuerza.</p> <div data-bbox="516 596 1414 1377" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> </div>	<p>Se realizará el circuito de arriba siguiendo el siguiente orden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bici R2 5'</li> <li>2. Remo alto con theraband 2x15/30"</li> <li>3. Cinta R2 5'</li> <li>4. Lunges al frente 3x10/30"</li> <li>5. Elíptica R2 5'</li> <li>6. Curl bíceps alterno con mancuernas 1.5 kg 3x10/30"</li> <li>7. Bici R2 5'</li> <li>8. Step con elevación rodillas 2x15/20"</li> </ol>



	<p>9. Elíptica R2 5'</p> <p>10. Tríceps con theraband 2x10/30"</p> <p>11. Cinta R2 5'</p>	
<b>ESCUELA DE ESPALDA</b>	Elevación de fitball con rodillas 3x10/20"	
	Elevación pelvis 2x12/20"	
	Patada glúteo 2x12/20"	
<b>VUELTA A LA CALMA</b>	<p><b><u>Cinta R2 5'</u></b></p> <p><b><u>Estiramientos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Pectoral</li> <li>-Bíceps</li> <li>-Tríceps</li> <li>-Espalda</li> <li>-Cuádriceps</li> <li>-Isquiotibiales</li> <li>-Gemelos</li> </ul>	

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberts Bruce, Johnson Alexander, Lewis Julian, Raff Martin, Roberts Keith, Walter Peter. (2010). *Cáncer. Biología molecular de la célula* (1205-1267). Barcelona: Omega.
- American College of Sports Medicine (2012). *ACSM'S Guide to exercise and cancer survivorship*. Leeds: Human Kinetics.
- Atkin, W. S., Edwards, R., Kralj-Hans, I., Wooldrage, K., Hart, A. R., Northover, J. M. A., ... Cuzick, J. (2010). Once-only flexible sigmoidoscopy screening in prevention of colorectal cancer: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, *375*, 1624–1633. doi:10.1016/S0739-5930(10)79583-0
- Chao, A., Connell, C. J., Jacobs, E. J., Mccullough, M. L., Patel, A. V., Calle, E. E., ... Thun, M. J. (2004). Amount , Type , and Timing of Recreational Physical Activity in Relation to Colon and Rectal Cancer in Older Adults : the Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort Amount , Type , and Timing of Recreational Physical Activity in Relation to Colon and Rec, 2187–2195.
- Des, É., Que, I.-C. E., & Sait, L. O. N. (n.d.). *Activité physique et cancers*, 1–8.
- Friedenreich, C., Norat, T., Steindorf, K., Boutron-Ruault, M.-C., Pischon, T., Mazuir, M., ... Riboli, E. (2006). Physical activity and risk of colon and rectal cancers: the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention : A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, *15*(12), 2398–407. doi:10.1158/1055-9965.EPI-06-0595
- Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of cancer: the next generation. *Cell*, *144*, 646–674. doi:10.1016/j.yane.2012.02.046
- Instituto de Oncología Vall d'Hebron (2011). *La vitamina D ayuda a frenar el avance del cáncer de colon*. Obtenida el 16 de Agosto de 2011, de <http://www.agenciasinc.es/Noticias/La-vitamina-D-ayuda-a-frenar-el-avance-del-cancer-de-colon>
- Jemal, A., Bray, F., & Ferlay, J. (2011). Global Cancer Statistics, *61*(2), 69–90. doi:10.3322/caac.20107.Available
- Larsson, S. C., Rutegård, J., Bergkvist, L., & Wolk, A. (2006). Physical activity, obesity, and risk of colon and rectal cancer in a cohort of Swedish men. *European Journal of Cancer (Oxford, England : 1990)*, *42*, 2590–7. doi:10.1016/j.ejca.2006.04.015
- Le Marchand, L., Wilkens, L. R., Kolonel, L. N., Hankin, J. H., & Lyu, L. C. (1997). Associations of sedentary lifestyle, obesity, smoking, alcohol use, and diabetes with

- the risk of colorectal cancer. *Cancer Research*, 57(21), 4787–94. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9354440>
- Mai, P. L., Sullivan-Halley, J., Ursin, G., Stram, D.O., Deapen, D., Villaluna, D., ...Bernstein, L. (2007). Physical activity and colon cancer risk among women in the California Teachers Study. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 16(3), 517-25. doi:10.1158/1055-9965.EPI-06-0747
- Meyerhardt, J. a, Heseltine, D., Niedzwiecki, D., Hollis, D., Saltz, L. B., Mayer, R. J., ... Fuchs, C. S. (2006). Impact of physical activity on cancer recurrence and survival in patients with stage III colon cancer: findings from CALGB 89803. *Journal of Clinical Oncology : Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 24(22), 3535–41. doi:10.1200/JCO.2006.06.0863
- Na, H.-K., & Oliynyk, S. (2011). Effects of physical activity on cancer prevention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1229, 176–83. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06105.x
- National Comprehensive Cancer Network & American Cancer Society (2007). *Cáncer del colon y recto, guías de tratamiento para pacientes*. Versión V/Octubre de 2007
- Pardo Mindán, F.J. (1998). Neoplasias. Compendio de anatomía patológica (193-236). Barcelona: Harcourt Brace.
- Pérez Arellano, J.L. (2006). Patología general de las neoplasias. Manual de patología general (123-132). 6ªed. Barcelona: Elsevier Masson.
- Samad, a K. a, Taylor, R. S., Marshall, T., & Chapman, M. a S. (2005). A meta-analysis of the association of physical activity with reduced risk of colorectal cancer. *Colorectal Disease : The Official Journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 7(3), 204–13. doi:10.1111/j.1463-1318.2005.00747.x
- Sanchez, N. F., Stierman, B., Saab, S., Mahajan, D., Yeung, H., & Francois, F. (2012). Physical activity reduces risk for colon polyps in a multiethnic colorectal cancer screening population. *BMC Research Notes*, 5(1), 312. doi:10.1186/1756-0500-5-312
- Silverthorn, D.U., Ober, W.C., Garrison, C.W., Silverthorn, B.R. (2008). Capítulo 21: El aparato digestivo. Fisiología humana: Un enfoque integrado (676-715). 4ªed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Slattery, M. L., Potter, J., Caan, B., Edwards, S., Coates, A., Ma, K., & Berry, T. D. (1997). Energy Balance and Colon Cancer beyond Physical Activity, 75–80.

Thune, I., & Lund, E. (1996). Physical activity and risk of colorectal cancer in, *1140*, 1134–1140.

Unidad de Nutrición Dietética e Investigación (n.d). *Oncología*.

Wolin, K. Y., Patel, A. V, & Campbell, P. T. (2010). Change in Physical Activity and Colon Cancer Incidence and Mortality, 3000–3004. doi:10.1158/1055-9965.EPI-10-0764

Wolin, K. Y., Yan, Y., Colditz, G. a, & Lee, I.-M. (2009). Physical activity and colon cancer prevention: a meta-analysis. *British Journal of Cancer*, *100*(4), 611–6. doi:10.1038/sj.bjc.6604917

World Health Organization (2013), *World Health Statistics*. Recuperado de [www.who.int](http://www.who.int)

## WEBGRAFÍA

[http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/cancer/benigno\\_maligno.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/cancer/benigno_maligno.html)

<http://elmercaderdelasalud.blogspot.com.es/2012/01/cancer-de-colon-y-de-recto-i.html>

<http://www.cancer.gov/diccionario?cdrid=643089>

[http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-2.-motilidad-del-tracto-intestinal/tema-2.-motilidad-del-tracto-intestinal/skinless\\_view](http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-5.-fisiologia-del-aparato/tema-2.-motilidad-del-tracto-intestinal/tema-2.-motilidad-del-tracto-intestinal/skinless_view)

<http://www.omeprazol.info/barrera-mucosa-de-proteccion-gastrica/>

<https://kcoad1.wikispaces.com/The+Human+Digestive+System>

<http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/deteccion-diagnostico/examenes-colorrectal>

<http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/colon/Patient/page1>

<http://www.cancer.org/espanol/cancer/colonyrecto/recursosadicionales/fragmentado/deteccion-temprana-del-cancer-colorrectal-screening-tests-used>

<http://cancer-colon.euroresidentes.com/2012/11/estadios-del-cancer-de-colon-ii.html>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26873/>

<https://www.aecc.es/Investigacion/Fundaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica/quehacemos/Documents/Vitamina%20D%20y%20Cancer%20de%20Colon.pdf>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina\\_D](http://es.wikipedia.org/wiki/Vitamina_D)