

# PREHABILITACIÓN

EN CIRUGÍA DE PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN  
INTENSIFICADA

*Editado por:*

**Javier Longás Valián**

Profesor asociado del Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de Zaragoza

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor

HCU Lozano Blesa

Zaragoza

**Raquel Murillo Pina**

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor

HCU Lozano Blesa

Zaragoza



**PREHABILITACIÓN**

**EN CIRUGÍA DE PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN INTENSIFICADA**

**ISBN: 978-84-608-2515-9**

## **Autores**

**Javier Longás Valién.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Julia Guillén Antón.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**José Manuel Ramírez Rodríguez.** Servicio de Cirugía del Aparato Digestivo. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Raquel Murillo Pina.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Beatriz Ruiz Torres.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Tamara Rivero Salvador.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Javier Peligero Deza.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Carlos Albendea Calleja.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Clara Marín Zaldívar.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Marta Ferrer Ferrer.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.

**Carmen Bona Gracia.** Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor. HCU Lozano Blesa. Zaragoza.



# ÍNDICE

## **1.- Cirugía en programas de rehabilitación multimodal .....10**

1.1.- Introducción a los programas de rehabilitación multimodal

1.2.- Antecedentes

1.3.- Beneficios de la rehabilitación multimodal

1.4.- El programa de rehabilitación multimodal

1.4.1.- Uso racional y evidencia

1.5.- Los principios básicos del programa

1.5.1.- Cirugía electiva en las mejores condiciones posibles

1.5.2.- Optimización del peri e intraoperatorio

1.5.3.- Optimización de la rehabilitación/recuperación postoperatoria

1.6.- Cirugía en las mejores condiciones posibles

1.6.1.- Evaluación de los criterios de inclusión

1.6.2.- Información

1.6.3.- Detección de comorbilidades

1.6.4.- Consulta con estomaterapeuta

1.6.5.- Preparación días previos a la cirugía

## **2.- Prehabilitación .....21**

Autora: Raquel Murillo Pina

2.1.- Prehabilitación, un nuevo concepto en el manejo preoperatorio del paciente  
quirúrgico

2.2.- Modelo trimodal de prehabilitación

2.3.- Unidad de prehabilitación

### **3.- Valoración funcional .....44**

Autora: Beatriz Ruiz Torres

- 3.1.- Equivalentes metabólicos
- 3.2.- Pruebas de esfuerzo
- 3.3.- Test de los seis minutos marcha

### **4.- Ejercicio en el contexto quirúrgico .....69**

Autora: Clara Marín Zaldívar

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Ejercicio y salud
- 4.3.- Adaptaciones fisiológicas al ejercicio
  - 4.3.1.- Adaptaciones musculares
  - 4.3.2.- Adaptaciones que afectan las fuentes energéticas
  - 4.3.3.- Adaptaciones cardiorrespiratorias
    - 4.3.3.1.- Adaptaciones cardiovasculares
    - 4.3.3.2.- Adaptaciones respiratorias
- 4.4.- Cómo optimizar los beneficios aeróbicos del entrenamiento
- 4.5.- El ejercicio en un programa de prehabilitación

### **5.- Nutrición en el paciente quirúrgico .....90**

Autor: Javier Peligero Deza

- 5.1.- Introducción
  - 5.1.1.- Desnutrición
- 5.2.- Evaluación del estado nutricional
- 5.3.- Repercusiones fisiológicas de la desnutrición

**6.- Terapia cognitiva, el tercer pilar en prehabilitación .....101**

Autor: Carlos Albendea Calleja

**7.- Anestesia en la cirugía de rehabilitación multimodal .....110**

Autora: Tamara Rivero Salvador

7.1.- Ayuno preoperatorio

7.2.- Premedicación

7.3.- Fluidoterapia por objetivos

7.4.- Monitorización intraoperatoria. Ecodoppler transesofágico ¿es el gold estándar?

7.5.- Control del dolor postoperatorio

7.6.- Movilización precoz postoperatoria

**8.-Relajación muscular. Nuevas alternativas en el manejo de los relajantes musculares .....134**

Autoras: Marta Ferrer Ferrer, Carmen Bona Gracia

A pesar de las mejoras en el manejo perioperatorio de los pacientes quirúrgicos, el número de complicaciones que aparecen en el periodo postoperatorio no es desdeñable. En este sentido, las condiciones funcionales con las que el paciente afronta la cirugía son cruciales en el devenir de la evolución postoperatoria. Teniendo muy presente estas premisas nace nuestra Unidad de Prehabilitación, constituyendo un cambio de mentalidad a la hora de preparar a los pacientes frente al proceso quirúrgico.

Javier Longás Valián



# **1.- CIRUGÍA EN PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN**

## **MULTIMODAL**

## **1.1.- INTRODUCCIÓN A LOS PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN MULTIMODAL**

Durante los últimos años, los pacientes intervenidos quirúrgicamente han experimentado los importantes efectos beneficiosos derivados de los avances que han tenido lugar en el ámbito de la anestesia, el control del dolor, la cirugía mínimamente invasiva y la asistencia perioperatoria en su conjunto. No obstante, debido al número cada vez más elevado de procedimientos quirúrgicos mayores y a la realización de un número de intervenciones también cada vez mayor en pacientes de edad avanzada y de alto riesgo, existe todavía una incidencia significativa de morbilidad y de hospitalización prolongada que obliga a mejorar los resultados obtenidos en el postoperatorio.

Los programas de rehabilitación multimodal, surgen a principios de los años noventa como un nuevo concepto de cuidados pre y postoperatorios cuyo objetivo principal es la reducción de la estancia hospitalaria. Esta es una estrategia multimodal que persigue la reducción de las complicaciones postoperatorias y el estrés quirúrgico responsables de la aparición de disfunción orgánica.

En este sentido, es esencial lograr varios objetivos primordiales; en primer lugar, tenemos que ser conscientes de que la intervención debe ser realizada en las mejores condiciones posibles, por lo que se deberán identificar las comorbilidades inherentes a cada uno de los pacientes (control previo de la hipertensión arterial, la anemia, la diabetes, etc. e incluso mejorar el estado nutricional del paciente si fuera necesario); en segundo lugar, se debe optimizar el manejo peri e intraoperatorio, minimizando el dolor, el íleo y la inmovilización empleando los analgésicos adecuados, controlando la administración de fluidos y realizando técnicas de cirugía mínimamente invasiva siempre que sea posible. Por último, se debe optimizar también la rehabilitación postoperatoria; para ello se tenderá al inicio de la tolerancia oral de manera precoz y a la movilización temprana, retirando para ello las sondas y drenajes colocados durante la intervención.

Estas medidas, han demostrado una reducción significativa del número de complicaciones y de la morbi-mortalidad asociada en aquellos centros sanitarios en los que se han adoptado de manera rutinaria.

Los pilares básicos de estos programas son los siguientes: información y educación preoperatoria de los pacientes, haciéndoles partícipes de los procedimientos; adecuado balance hídrico perioperatorio; optimización de las modalidades analgésicas; inicio temprano de la alimentación oral; movilización precoz.

Estos programas de rehabilitación, comienzan en el mismo momento del diagnóstico y permiten reconocer las necesidades individuales del paciente para optimizar su tratamiento antes, durante y después de la cirugía.

Con la aplicación de los programas de rehabilitación multimodal se ha visto una mejor evolución postoperatoria de los pacientes. Estos tardan menos tiempo en lograr una mínima recuperación funcional, alcanzando más rápidamente los niveles funcionales previos a la intervención

## **1.2.- ANTECEDENTES**

Uno de los principales avances en cirugía programada de colon y recto es la introducción de los programas de rehabilitación precoz o rehabilitación multimodal (PRM) conocidos también como Fast-Track. Los programas Fast-Track combinan una serie de elementos con el objetivo de optimizar la recuperación y disminuir la respuesta al estrés quirúrgico.

Los programas Fast-Track fueron introducidos hace aproximadamente unos 10 años tras unos primeros resultados favorables, basados todos en suficiente evidencia derivada de estudios aleatorizados. Estos PRM comienzan en el mismo momento del diagnóstico y pretenden reconocer las necesidades individuales del paciente para optimizar su tratamiento antes, durante y después de la cirugía. Se ha demostrado imprescindible la estrecha colaboración de todos los involucrados en el tratamiento, incluyendo en primer lugar el propio paciente y sus familiares.

En este sentido es esencial lograr la:

### **1. Cirugía electiva en las mejores condiciones posibles.**

Identificando las comorbilidades. Mejorar la anemia, la hipertensión arterial y la diabetes. Conocer y mejorar si fuera necesario el estado nutricional. Es el momento apropiado para la información al paciente por parte del cirujano y del especialista estomaterapeuta (en caso de necesidad de ostomía -temporal o definitiva-).

### **2. Optimización del manejo peri e intraoperatorio.**

Minimizando el dolor, el íleo y la inmovilización. Usando los apropiados analgésicos, fluidos y anestésicos, y las técnicas de cirugía mínimamente invasiva siempre que sea posible.

### **3. Optimización de la rehabilitación postoperatoria.**

Movilización y alimentación precoz. Retirada de sondas y drenajes (si se han dejado) en el postoperatorio inmediato.

## **1.3.- BENEFICIOS DE LA REHABILITACION MULTIMODAL**

Los programas de rehabilitación multimodal han demostrado, en los Servicios y Centros que los han adoptado de manera rutinaria, mejorar significativamente la calidad de vida del paciente (la experiencia del paciente de su hospitalización y tratamiento) y los resultados clínicos en cuanto a morbilidad postoperatoria.

Más aún, los PRM al conseguir una disminución de complicaciones y unos criterios uniformes de manejo logran disminuir de manera significativa la estancia hospitalaria y las potenciales complicaciones asociadas a hospitalización.

## **1.4.- EL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN MULTIMODAL**

### **1.4.1.- USO RACIONAL Y EVIDENCIA**

Existe un acuerdo generalizado de los elementos esenciales que deben formar parte de cualquier PRM, y debido a esto se hace, como hemos apuntado con anterioridad, imprescindible la

colaboración entre servicios y especialidades. Gran parte de los principios del protocolo que se presenta están basados en las recomendaciones del Servicio Nacional Británico de Salud (NHS) a través de su guía “*Delivering Enhanced Recovery*” y además se ha tenido en consideración la vía clínica de la Asociación Española de Cirujanos, “*Vía clínica de la Cirugía programada por carcinoma colorrectal*”.

Resulta importante destacar de ésta vía clínica, los siguientes comentarios referentes a:

**1. Preparación mecánica del Colon:** “Los metaanálisis más recientes, muestran que hay significativamente más dehiscencia anastomótica con la preparación mecánica de colon, igualmente hay mayor tendencia a la infección de herida, aunque sin diferencias significativas. La preparación mecánica de colon puede ser útil en determinadas situaciones como la colonoscopia preoperatoria, pero no por requerimientos de la propia cirugía. Asimismo, al considerar los casos en que se efectúa una exéresis total del mesorrecto, dado que es recomendable efectuar una ileostomía derivativa, ésta podría ser otra indicación de la preparación mecánica”.

**2. Profilaxis antibiótica:** “Se recomienda la profilaxis antibiótica en todos los pacientes que vayan a ser sometidos a cirugía colorrectal. Una dosis única intravenosa preoperatoria de los antibióticos adecuados parece ser suficiente. En este sentido puede administrarse Amoxicilina-clavulánico ó la asociación de Cefalosporina y Metronidazol. Se recomienda a ser posible evitar Aminoglucósidos por su nefrotoxicidad. Se aconseja administrar una segunda dosis de antibiótico intraoperatoria cuando la intervención se prolongue más que la vida media del antibiótico, y en aquellas cirugías en las que hay una pérdida sanguínea excesiva”.

**3. Profilaxis Tromboembólica:** “Se recomienda el empleo de heparinas de bajo peso molecular y medias de compresión graduada en la cirugía del cáncer colorrectal a menos que exista una contraindicación específica. Asimismo se recomienda mantener dicha profilaxis durante un periodo de 30 días”.

**4. Utilización de drenajes:** “Una vez producida la fuga anastomótica, existe unanimidad sobre la utilidad de los drenajes con fines terapéuticos. Sin embargo, no existen pruebas suficientes que

demuestren que el drenaje habitual después de la anastomosis colorrectal evite las complicaciones anastomóticas ni otras complicaciones, por lo que **no está indicado su uso profiláctico** en el cáncer de colon. Sin embargo, en el cáncer de recto tras exéresis total del mesorrecto (TME), sí puede estar indicado”.

#### **5. Uso de la Sonda Nasogástrica (SNG) y alimentación precoz:**

Actualmente el **uso de la SNG** debe ser selectivo y no sistemático en el postoperatorio de la cirugía colorrectal electiva:

i. La SNG en pacientes sometidos a cirugía electiva colorrectal no previene el íleo postoperatorio.

ii. La SNG no evita complicaciones en la herida quirúrgica (evisceración, eventración, infección) ni dehiscencias anastomóticas.

iii. La SNG produce complicaciones nasofaríngeas y aumenta de forma significativa las complicaciones respiratorias.

La **alimentación precoz (AP)** es bien tolerada y puede ser beneficiosa, existiendo evidencia obtenida a partir de metaanálisis y estudios randomizados prospectivos, donde se muestra que:

I. La AP es bien tolerada por la mayor parte de los pacientes, pero también es más frecuente que se asocien los vómitos con necesidad de reintroducir la SNG.

II. Con el empleo de la AP no hay un aumento significativo en la incidencia de dehiscencias, infecciones ni mortalidad.

III. La dieta absoluta no aporta ningún beneficio después de una cirugía gastrointestinal.

## **1.5.- LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DEL PROGRAMA**

### **1.5.1.- Cirugía electiva en las mejores condiciones posibles**

- Evaluación de los criterios de inclusión y exclusión.
- Información preoperatoria exhaustiva. Consentimiento Informado.
- Detección de comorbilidades:

- o Control de HTA.
- o Control de Diabetes.
- o Manejo del paciente anémico.
- o Detección y manejo del paciente malnutrido.
- Cita con estomaterapeuta (si necesario).
- Preparación alimenticia e hidratación.
- Evitar el ayuno preoperatorio mediante ingesta de carbohidratos hasta dos horas antes de la intervención (diabéticos excluidos).

### **1.5.2.- Optimización del peri e intraoperatorio**

- No pre-medicación.
- Salvo excepciones, no hay preparación mecánica. Los pacientes son preparados con enemas (en cirugía de recto y sigma).
- Profilaxis antibiótica. Según los protocolos del Hospital.
- Profilaxis de tromboembolismo pulmonar, de acuerdo a los protocolos vigentes.
- Cirugía Mínimamente Invasiva siempre que sea posible.
- Individualización de la anestesia, mediante epidural torácica (solo en cirugía abierta)
- Fluidoterapia Intraoperatoria individualizada. Ajuste de los fluidos según el volumen de eyección.
- Concentraciones altas de oxígeno en el perioperatorio.
- Evitar la sobrecarga de líquidos en el perioperatorio.
- Individualización de las incisiones abdominales.
- Uso de anestésicos locales en la(s) herida(s) quirúrgicas.
- Uso de analgésicos. No opiáceos.
- Evitar el uso rutinario de drenajes.
- Evitar el uso de sonda nasogástrica.

### **1.5.3.- Optimización de la rehabilitación/recuperación postoperatoria**

- Impulsar la movilización post-operatoria.
- Retirar precozmente la sonda vesical.
- Tratamiento con laxantes y procinéticos según evolución.
- Líquidos y sólidos de manera precoz.
- Retirada precoz de Fluidoterapia intravenosa.
- Analgesia oral precoz (paracetamol y antiinflamatorios no esteroideos). Evitar en la medida de lo posible el uso de analgésicos opiáceos.
- Visitas regulares del Estomaterapeuta (si ostomía).
- Alta de acuerdo a los criterios establecidos.

Los programas Fast-Track exigen un equipo multidisciplinar compuesto por cirujanos, anestesistas, nutricionistas, fisioterapeutas, enfermeras, cada uno de los cuales cuenta con un papel definido para lograr los objetivos del programa.

## **1.6.- CIRUGÍA EN LAS MEJORES CONDICIONES POSIBLES**

### **1.6.1.- Evaluación de los criterios de inclusión**

En principio no debe existir ninguna restricción que excluya de manera global este tipo de asistencia. Esto se fundamenta en el principio de que el protocolo se base en una serie de puntos y estrategias suficientemente contrastadas, y que de manera individual han demostrado el beneficio para los pacientes. En ciertos casos particulares se limitarán o evitarán algunos de estos pasos, de acuerdo con las comorbilidades y/o necesidades del paciente.

En este sentido, es importante detectar problemas sociales o psicológicos que puedan ser una barrera para el protocolo. Ciertos pacientes presentan importantes restricciones sociales que pueden aconsejar su exclusión de los PRM.

Es importante así mismo, detectar a los pacientes con alta probabilidad de necesidad de cuidados intensivos en el post-operatorio, cuidados médicos de unidades especiales, además de tener en consideración los criterios de la valoración anestésica según la American Society of Anesthesiologists (ASA IV).

### **1.6.2.- Información**

La visita preoperatoria es crucial en dos sentidos, por un lado valorar adecuadamente los riesgos y problemas de cada enfermo, y por otro la información detallada de los pasos del programa así como de las posibles complicaciones que a menudo retrasan el alta.

Una información precisa y detallada ha demostrado mejorar la participación activa del paciente en el programa Fast-Track reduciendo la ansiedad. El paciente y sus familiares deben ser rigurosamente informados, no solo de la enfermedad y opciones de tratamiento, sino también del desarrollo del protocolo, los especialistas que intervienen en él y los resultados que se esperan, insistiendo en la importancia que tiene su participación activa en todo el proceso para llegar a los objetivos propuestos.

### **1.6.3.- Detección de comorbilidades**

La esperanza de vida se ha prolongado durante las últimas décadas, y la proporción de pacientes mayores que precisan cirugía ha aumentado considerablemente en todos los países de nuestro entorno socio-económico. Esto hace que más pacientes presenten co-morbilidades, siendo la malnutrición un problema muy prevalente entre la población anciana, particularmente en la hospitalizada. Por su influencia directa en la evolución post-operatoria del paciente, destacamos:

**ANEMIA:** Incluso estados de anemia menores (Hemoglobina <12 g/l en la mujer y <13 g/l en el varón) deben ser corregidos pues se ha demostrado que esto reduce significativamente la necesidad de transfusión en la cirugía mayor. La anemia debida a deficiencia de hierro se debe de

tratar mediante suplementos de hierro. La corrección con hierro oral es un proceso lento y en ocasiones puede ser aconsejable el suplemento de hierro endovenoso.

**DIABETES:** Son pacientes de alto riesgo, con estancias prolongadas y elevado riesgo de complicaciones. Las cifras de glucemia deben ser normalizadas previamente a la cirugía.

**ESTADO NUTRICIONAL:** Es bien conocido que los pacientes con neoplasias y fundamentalmente neoplasias digestivas, suelen presentar en el momento del diagnóstico estados de malnutrición. Es de enorme importancia la detección de éstos y su corrección. En este sentido se usan diferentes protocolos generalmente consensuados con las Unidades de Nutrición Hospitalaria. Detectada la malnutrición, el paciente es remitido a la unidad hospitalaria correspondiente de manera preferente.

#### **1.6.4.- Consulta con estomaterapeuta**

Aunque en la mayor parte de los pacientes que son sometidos a cirugía por cáncer de colon y recto se les puede evitar una ostomía (colostomía o ileostomía), ésta es en ocasiones necesaria. Cuando, debido al planteamiento quirúrgico, exista la certeza o una alta probabilidad de necesidad de la misma, el asesoramiento por parte de personal cualificado ha demostrado significativamente sus beneficios en la calidad de vida del paciente así como su impresión subjetiva de la calidad de la atención recibida.

Todo paciente en estas circunstancias debe ser remitido con carácter preferente al estomaterapeuta, quien debe informar y educar al enfermo. Con la recogida previa de datos, estos pacientes son de nuevo valorados en el ingreso y la colostomía marcada.

#### **1.6.5.- Preparación días previos a la cirugía**

A los enfermos se les pide que mantengan su ingesta oral habitual previa a la cirugía, si bien es aconsejable que al menos tres días antes se evite en la medida de lo posible la ingesta de fibra o residuos.

El paciente recibirá un suplemento dietético preoperatorio con carbohidratos, que ha demostrado que reduce la resistencia a la insulina y mejora el resultado tras la cirugía. Los pacientes con diabetes tipo I y II son excluidos de la ingesta de carbohidratos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Basse L, Hjort Jakobson D, et al. A clinical pathway to accelerate recovery after colonic resection. *Ann Surg* 2000; 232: 51-57 colonic resection. *Ann Surg* 2000; 232: 51-57
- 2.-Basse L, Raskov HH, et al. Accelerated postoperative recovery programme after colonic resection improves physical performance, pulmonary function and body composition. *Br J Surg* 2002;89: 446-453
- 3.-Basse L, Thorbol JE, et al. Colonic surgery with accelerated rehabilitation or conventional care. *Dis Colon Rectum* 2004; 47:271-278.
- 4.-Beir-Holgersen R, Boesby S. Effect of early postoperative enteral nutrition on postoperative infections. *Ugeskr Laeger* 1998; 160: 3223-3226
- 5.-Beloosesky Y, Grinbalt J, et al. Electrolyte disorders following oral sodium phosphate administration for bowel cleansing in elderly patients. *Arch intern Med* 2003; 163: 803-808
- 6.-Cheatham ML, Chapman WC, et al. A meta analysis of selective versus routine nasogastric decompression after elective laparotomy. *Ann Surg* 1995; 221: 469-476
- 7.-Donati D, Brown SR, et al. Comparison between midline incision and limited right skin crease incision for right sided colonic cancers. *Tech Coloproctol* 2002; 6: 1-4
- 8.-Grief R, Akca O, et al. Supplemental perioperative oxygen to reduce the incidence of surgical wound infection. Outcomes Research Group. *N Engl J Med* 2000; 342: 161-167
- 9.-Grief R, Laciny S, et al. Supplemental oxygen reduces the incidence of post operative nausea and vomiting. *Anesthesiology* 1999; 91: 1246-1252
- 10.-Guenaga KF, Matos D, Castro AA, et al. Mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. *Cochrane database Syst Rev* 2003; (2) CDOO1544
- 11.-Hoffmann S, Koller M, et al. Nasogastric tube versus gastrostomy tube for gastric decompression in abdominal surgery: a prospective, randomized trial comparing patients' tube-related inconvenience. *Langenbecks Arch Surg* 2001; 386: 402-409.
- 12.-Kam MH, Seow-Choen F, et al. Minilaparotomy left iliac fossa skin crease incision vs midline incision for left sided colon cancer. *Tech Coloproctol* 2004;8: 85-88

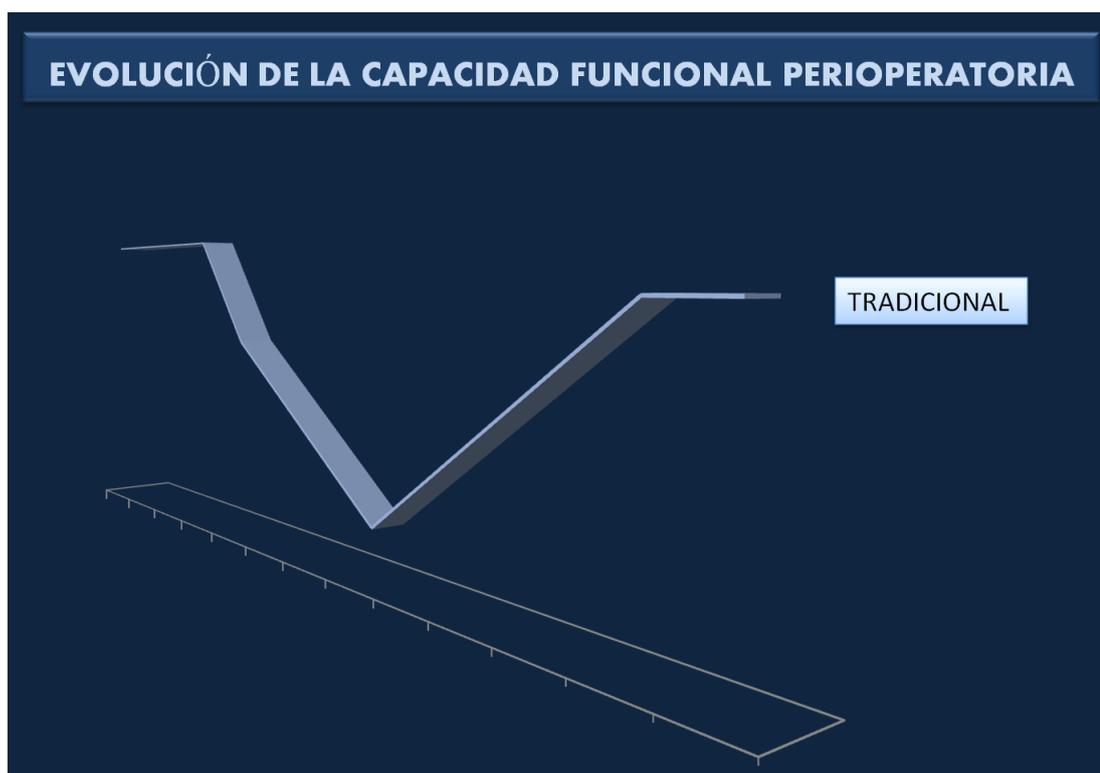
- 13.-Kehlet H, Dahl JB. Anaesthesia, surgery, and challenges in postoperative recovery. *Lancet* 2003; 362: 1921-1928
- 14.-Kehlet H, Wilmore DW. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am J Surg* 2002; 183: 630-641.
- 15.-Kehlet H, Wilmore DW. Fast track surgery. *Br J Surg* 2005; 92: 3-4
- 16.-Lindgren PG, Nordgren SR, et al. Midline or transverse abdominal incision for right sided colon cancer-a randomized trial. *Colorectal Dis* 2001;3: 46-50
- 17.-Ljungquist O, Nygren J, Thorell A. Modulation of post-operative insulin resistance by pre-operative carbohydrate loading. *Proc Nutr Soc* 2002; 61: 329-336.
- 18.-Merad F, Hay JM, et al. Is prophylactic pelvic drainage useful after elective rectal or anal anastomosis? A multicenter controlled randomized trial. *French Association for Surgical Research. Surgery* 1999; 125: 529-535
- 19.-Ratnaraj J, Kabon B, et al. Supplemental oxygen and carbon dioxide each increase subcutaneous and intestinal intramural oxygenation. *Anesth Analg* 2004; 99: 207-211
- 20.-Wilmore DW, Kehlet H. Recent advances: management of patients in fast track surgery. *BMJ* 2001; 322: 473-476
- 21.-Zmora O, Mahajna A, et al. Colon and rectal surgery without mechanical bowel preparation: a randomized prospective trial. *Ann Surg* 2003; 237: 363-367

## **2.- PREHABILITACIÓN**

## **2.1.- PREHABILITACIÓN, UN NUEVO CONCEPTO EN EL MANEJO PREOPERATORIO DEL PACIENTE QUIRÚRGICO**

Los avances que han tenido lugar en los últimos años en el campo de la anestesia y la cirugía han propiciado un aumento de intervenciones quirúrgicas de mayor complejidad así como en pacientes de mayor riesgo, y como consecuencia, un incremento de las complicaciones asociadas al proceso quirúrgico. En un intento de reducir estas complicaciones y mejorar la asistencia perioperatoria de los pacientes quirúrgicos, surgen los programas de rehabilitación multimodal.

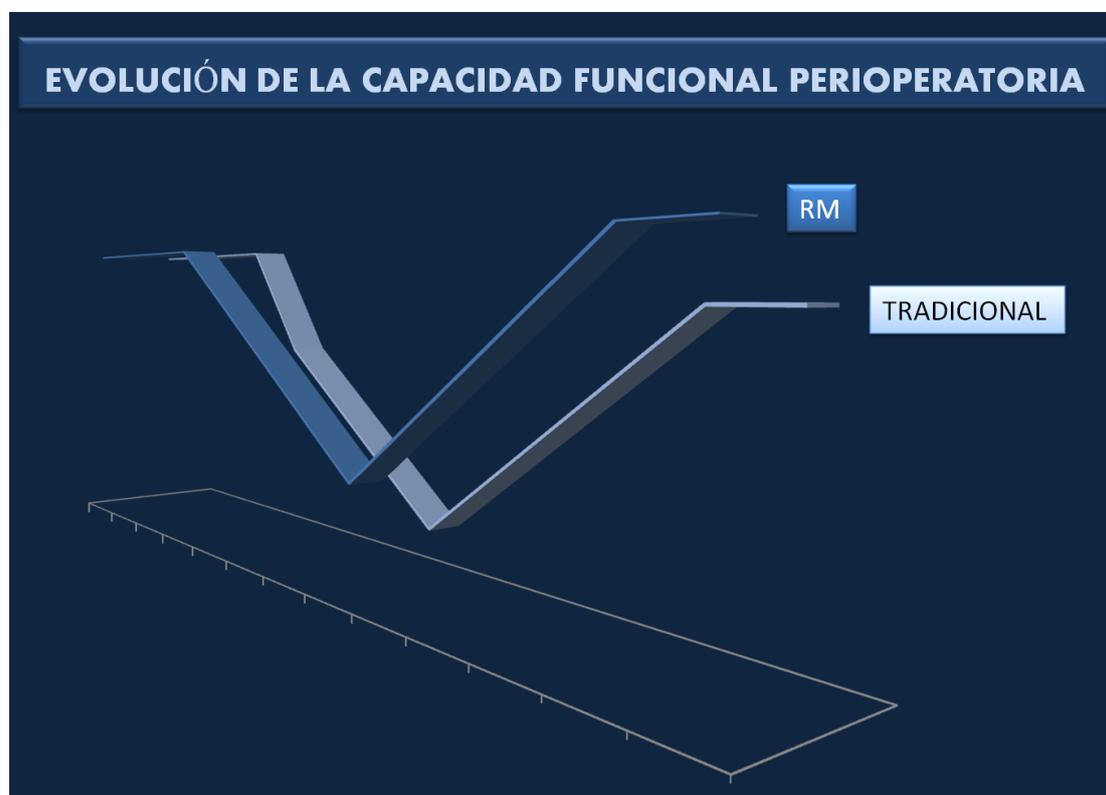
La cirugía mayor cuenta con una morbilidad significativa. El periodo preoperatorio puede estar asociado a un rápido deterioro del medio interno del paciente. En este periodo, incluso en ausencia de complicaciones, se observa una reducción del 20 al 40% de su capacidad funcional, que se prolongará en el tiempo hasta alcanzar progresivamente los niveles previos a la intervención. Figura 1.



**Figura 1.** Evolución tradicional de la capacidad funcional perioperatoria.

Esta reducción de la capacidad funcional, la cual se experimenta como un mayor nivel de fatiga de 6 a 8 semanas después del alta hospitalaria, se ha correlacionado con el estado de salud preoperatorio, peso, severidad del trauma, intensidad de la respuesta metabólica y deterioro postoperatorio, entre otros. Los pacientes con una reserva limitada son más susceptibles a los efectos negativos del estrés que supone una intervención.

Con la implementación de estos programas de rehabilitación multimodal se ha visto una mejor evolución postoperatoria de los pacientes. Éstos tardan menos tiempo en lograr una mínima recuperación funcional, alcanzando más rápidamente los niveles funcionales previos a la intervención. Figura 2.



**Figura 2.** Comparativa de la evolución de la capacidad funcional perioperatoria.

Sin embargo, sigue habiendo cirugías con un importante desarrollo de complicaciones en las que la recuperación funcional de los pacientes no es tan rápida como cabría esperar. Al buscar posibles factores de riesgo, se ha visto que los factores más implicados son variables inherentes al

paciente tales como el estado físico, la puntuación obtenida en el Mini-Mental Test, el sexo o la edad. Figura 3.

|                               | <b>ODDS RATIO</b> | <b>95% CI</b> | <b>P</b> |
|-------------------------------|-------------------|---------------|----------|
| <b>COMPLIC. MAYORES</b>       | 0.61              | 0.39-0.96     | 0.03     |
| <b>CAPACIDAD FUNCIONAL</b>    | 1.20              | 1.02-1.41     | 0.02     |
| <b>DEPRESIÓN</b>              | 0.95              | 0.92-0.98     | 0.003    |
| <b>CREATININA&gt;33UMOL/l</b> | 0.83              | 0.47-1.47     | 0.52     |
| <b>ALBUMINA &lt; 30 G/L</b>   | 0.63              | 0.15-2.66     | 0.53     |
| <b>SEXO MASCULINO</b>         | 1.25              | 0.8-1.87      | 0.29     |
| <b>EDAD</b>                   | 1                 | 0.97-1.02     | 0.8      |

**Figura 3.** Variables asociadas a complicaciones postoperatorias.

Una vez identificados los factores potencialmente modificables sobre los que poder actuar - estado funcional, cognitivo y nutricional - , cabe plantear actuaciones de mejora de los resultados que se están obteniendo. Hasta el momento, los intentos para mejorar la recuperación se han centrado en los periodos intraoperatorio (cirugía laparoscópica, restricción de líquidos, control del dolor, analgesia epidural) y postoperatorio (deambulacion e ingesta precoz, medidas antitrombóticas, fisioterapia respiratoria). Intervenir en el periodo preoperatorio con el fin de

optimizar el estado físico, nutricional, emocional, médico y farmacológico del paciente, para que éste llegue a la cirugía en las mejores condiciones posibles, supone un nuevo concepto de manejo esencial si queremos actuar en todo el periodo perioperatorio.

Así surge la prehabilitación, entendida como un proceso diseñado para mejorar la capacidad funcional del paciente en previsión de un próximo factor estresante como es la cirugía, con el fin de mejorar la tolerancia y recuperación del daño quirúrgico, reduciendo así las complicaciones postoperatorias y la estancia hospitalaria.

Ha de llevarse a cabo previamente al ingreso hospitalario y se debe abordar de una forma multidisciplinar donde las áreas implicadas son la anestesiología, cirugía, psiquiatría, rehabilitación, endocrinología y enfermería.

## **2.2.- MODELO TRIMODAL DE PREHABILITACIÓN**

Todo programa de prehabilitación debe basarse en tres pilares básicos, objeto de evaluación e intervención: estado funcional, estado nutricional y estado cognitivo.

### **A) ESTADO FUNCIONAL**

Para evaluar el estado funcional de los pacientes antes de la intervención, la prueba que mejores resultados presenta en la literatura es el test de la marcha de los seis minutos.

Dado que el caminar es un componente importante de la actividad cotidiana, los test de caminata se han propuesto para medir el estado o capacidad funcional de los pacientes, estimando la habilidad física de realizar actividades cotidianas. Al comparar los diferentes test minutados, se comprobó que el test de los seis minutos era el mejor tolerado por los pacientes, permitiendo su repetición y reflejando mejor las actividades diarias.

Constituye un test simple, económico y de gran aplicación, que integra todos los componentes de la capacidad funcional de caminar como son el equilibrio, la velocidad y la resistencia.

Consiste en medir la distancia máxima que puede recorrer un paciente andando de un lado a otro a lo largo de un pasillo de 20 metros de largo durante seis minutos. La distancia teórica, tabulada para su edad y su sexo, se recoge en la siguiente fórmula: Distancia media =  $868 - (\text{edad} \times 2.9) - (\text{mujer} \times 74.7)$ .

El ejercicio realizado es submáximo; esto implica que no hay un parámetro que refleje la máxima capacidad del sujeto, como el  $\text{VO}_2\text{max}$ , pero en contraparte, refleja más adecuadamente las limitaciones para las actividades habituales, e incluso ha demostrado ser más sensible que el test de ejercicio máximo en cicloergómetro para objetivar desaturación en el ejercicio en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

El test de los seis minutos se ha validado para definir el grado de recuperación postquirúrgica, así como para monitorizar la efectividad de una intervención terapéutica y establecer un pronóstico.

Una pobre respuesta a este test se ha asociado a un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, una recuperación prolongada y un aumento de la estancia hospitalaria tras cirugía abdominal. De tal forma, una pobre condición física preoperatoria constituye un factor de riesgo potencialmente modificable con una intervención prehabilitadora.

Diversos estudios han demostrado cambios significativos en la capacidad funcional después de varias semanas de prehabilitación en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal. Además, el entrenamiento de los músculos respiratorios puede reducir el riesgo de algunas complicaciones específicas como por ejemplo las complicaciones pulmonares y especialmente las atelectasias. Asimismo, se evita el deterioro de los pacientes durante este periodo de espera, el cual se traduce en un incremento del riesgo de complicaciones postoperatorias graves y una recuperación prolongada.

Sin embargo, no está claro si esta mejora de la condición física se asocia con un aumento de la supervivencia y un retraso de la recurrencia de la enfermedad. Asimismo, tampoco se conoce cuál es la diferencia mínima en metros clínicamente significativa para pacientes quirúrgicos.

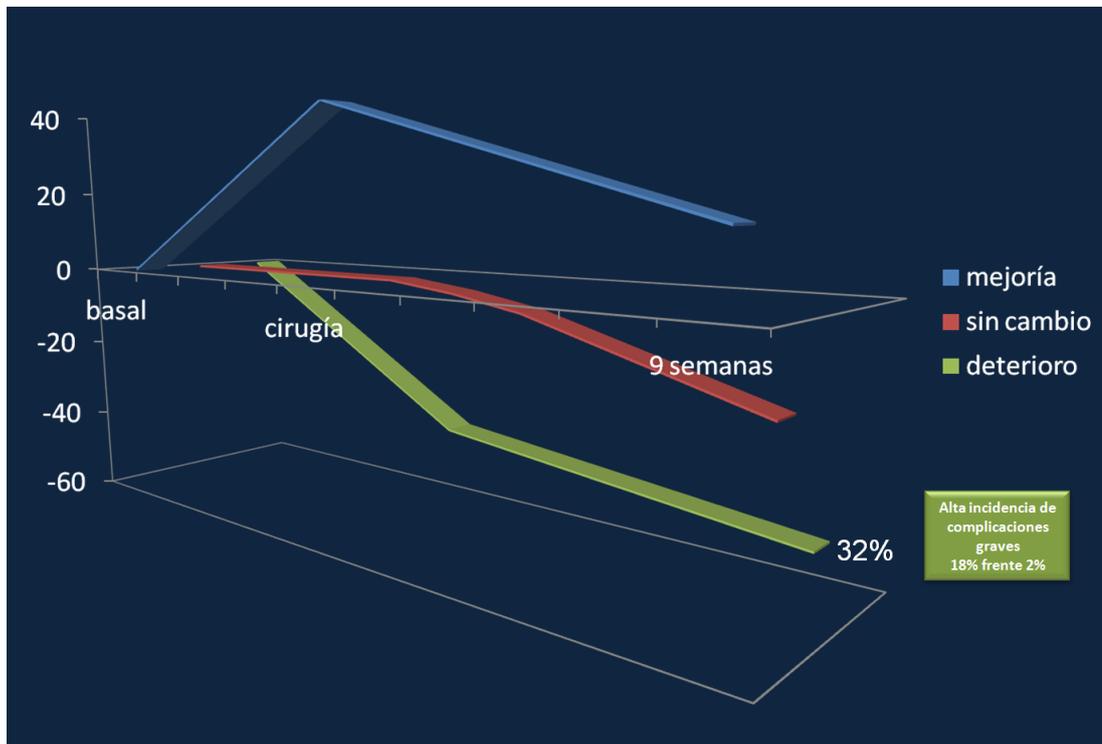
Por otra parte, se han señalado como variables con una mala respuesta al programa de prehabilitación y por tanto con un impacto negativo en la recuperación postquirúrgica: sexo

femenino, edad superior a 50 años, mayor capacidad funcional de base, menor clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists), menor nivel de ansiedad, falta de creencia de que la condición física afecta a la recuperación, complicaciones postoperatorias e IMC elevado.

Los estudios iniciales compararon pacientes sometidos a prehabilitación con programas de ejercicio intenso de tipo aeróbico y de resistencia frente a controles a los que se les aconsejaba caminar y realizar ejercicios de respiración, obteniendo peores resultados en el grupo de intervención. No sólo el cumplimiento en este grupo fue bajo sino que hasta un tercio de los pacientes se deterioraron esperando la cirugía y tan sólo un 40% recobraron el estado funcional preoperatorio a las diez semanas de la intervención. El grupo control mostró una mejoría significativa en la capacidad funcional tanto antes como después de la cirugía. Figura 4.

El impacto limitado de este programa pudo deberse a muchos factores. Por un lado, los ejercicios de respiración resultan beneficiosos en pacientes mayores y con desacondicionamiento físico mientras que un plan de ejercicio aeróbico intenso puede llegar a ser agresivo y dañino, pudiendo contribuir además a la falta de adherencia. La progresión de la enfermedad también puede contrarrestar los beneficios del ejercicio físico como resultado de cambios metabólicos como la pérdida de masa muscular o la anemia. Por otro lado, los resultados sugieren que algún factor no se estaba controlando y que el ejercicio podía no ser una actuación suficiente.

Aunque se sabe que el ejercicio regular y la condición física mejora el rendimiento físico en individuos sanos y atenúa la progresión de la enfermedad en pacientes con condiciones médicas crónicas como la diabetes, hipertensión arterial, artritis o algunos tipos de cáncer, pocos estudios se han centrado en el entrenamiento pre quirúrgico. Esto puede ser debido a que el límite de tiempo entre el diagnóstico y la cirugía restringe una preparación física adecuada para el paciente, y al enfoque más tradicional de esperar al periodo postoperatorio para empezar la rehabilitación.



**Figura 4.** Desarrollo de complicaciones postoperatorias con prehabilitación unimodal.

La evaluación de la capacidad funcional preoperatoria de los pacientes y la elaboración de un plan de ejercicios adecuado a los resultados obtenidos, constituye uno de los pilares básicos de la prehabilitación, pero no el único.

#### B) ESTADO NUTRICIONAL

Se demostró que los pacientes sometidos a programas de ejercicio intenso no toleraban el esfuerzo y no recuperaban metabólicamente lo que habían gastado. Aparecieron nuevos estudios que incluían terapia nutricional tras los programas de ejercicio y los resultados comenzaron a ser concluyentes. En aquellos pacientes sometidos a esta nueva prehabilitación, se encontró una mejora en las respuestas a la prueba de los seis minutos perioperatorias.

Por ello cualquier programa de prehabilitación que se desarrolle debe incluir necesariamente la evaluación y terapia nutricional, con el objetivo de recuperar metabólicamente el gasto causado por los programas de ejercicio.

Al mismo tiempo, la desnutrición es un problema frecuente en los pacientes oncológicos, con una prevalencia del 15-20% en el momento del diagnóstico del tumor y hasta del 80-90% en casos de enfermedad avanzada. Las consecuencias de la desnutrición en el pronóstico del paciente oncológico se manifiestan tanto a nivel funcional como estructural, repercutiendo en la evolución clínica, en el cumplimiento terapéutico y en la esfera psicosocial. Se reduce la efectividad de la quimioterapia y la radioterapia aumentando el riesgo de toxicidad por las mismas, disminuye la masa muscular y la capacidad funcional, se incrementa el riesgo de complicaciones postoperatorias, se prolonga la estancia hospitalaria y empeora la calidad de vida, lo que implica, a su vez, un mayor coste económico. Hasta la mitad de los pacientes exhiben una pérdida de peso esperando la cirugía, la cual se asocia con una disminución de la supervivencia.

Se recomienda así con un alto nivel de evidencia aportar nutrición preoperatoria especial en pacientes desnutridos o en riesgo de desnutrición, definido por una pérdida de peso igual o superior al 10% en seis meses o del 5% en un mes, un IMC inferior 18, un grado C en la valoración global subjetiva o cifras de albúmina sérica por debajo de 30g/l (con evidencia de disfunción hepática o renal).

En caso de desnutrición y riesgo nutricional grave, se proporcionará soporte nutricional durante 10-14 días antes de la cirugía. En caso de no desnutrición, deberá iniciarse soporte nutricional si es previsible un periodo de ayuno preoperatorio superior a 7 días o si la ingesta de nutrientes es menor del 60% de los requerimientos nutricionales durante más de 10 días.

Para adecuar la terapia nutricional a cada paciente, se hace necesaria una valoración nutricional preoperatoria que incluya una historia clínica, la evaluación de la composición corporal, un análisis de la ingesta dietética, indicadores bioquímicos e inmunológicos de desnutrición y cuestionarios de valoración global subjetiva de riesgo.

Entre los parámetros bioquímicos más habituales a determinar están las proteínas viscerales (albúmina, prealbúmina y transferrina) como medición indirecta de la masa proteica corporal, el

número total de linfocitos para evaluar la capacidad de respuesta inmunitaria y el colesterol por ser un marcador que predice la mortalidad en ancianos.

### C) ESTADO COGNITIVO

El tercer pilar en el que debe basarse cualquier programa de prehabilitación es la evaluación y terapia cognitiva, cuyo objetivo es mantener la función cognitiva perioperatoria, previniendo el posible deterioro cognitivo de los pacientes y ayudando a su recuperación posterior.

Los pacientes en espera de una cirugía experimentan mayores niveles de ansiedad y frustración, que pueden tener un impacto negativo en la recuperación quirúrgica. Una intervención psicológica centrada en la reducción del estrés reducirá los niveles de ansiedad durante este periodo emocionalmente difícil. El ejercicio físico también se ha asociado con una mejoría en los síntomas depresivos.

Además, el compromiso activo individual en el proceso de preparación probablemente ayude a aliviar la angustia emocional que rodea la anticipación de la cirugía y el proceso de recuperación.

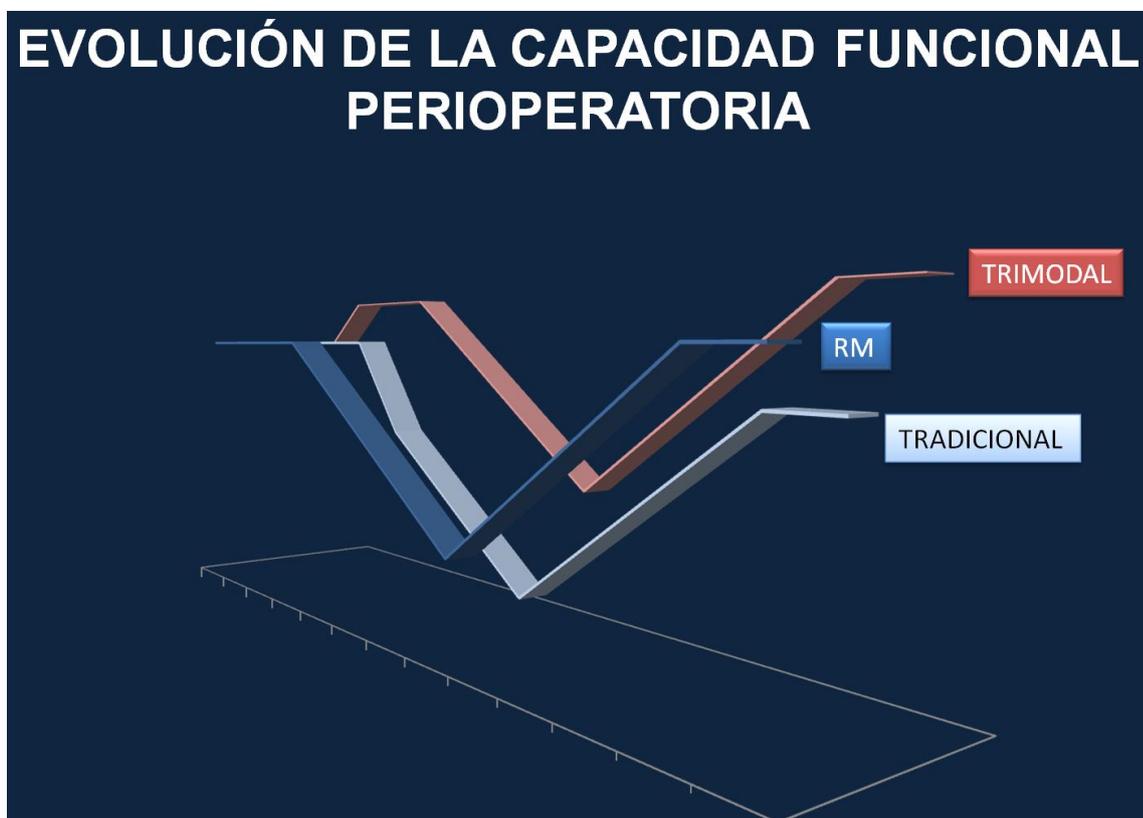
Para la evaluación del estado cognitivo, los cuestionarios más ampliamente utilizados son el SF 36 (36-Item-Short-Form Health Survey) y la escala HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale).

El SF36 mide la calidad de vida relacionada con la salud, siendo un índice fiable y válido de salud percibida. Evalúa 8 dominios de la salud que incluyen función física, rol físico, rol emocional, funcionamiento social, dolor corporal, salud general, vitalidad y salud mental. Cada dominio es evaluado en una escala de 0 a 100, donde las puntuaciones más altas indican mejor calidad de vida. Se han desarrollado dos puntuaciones, el Physical Component Summary y el Mental Component Summary, para obtener una media de 50 y una desviación estándar de 10. Un cambio de tan sólo dos unidades en el Physical Component Summary se ha demostrado como mínimo cambio significativo. Una intervención quirúrgica puede tener un impacto de hasta 10 puntos.

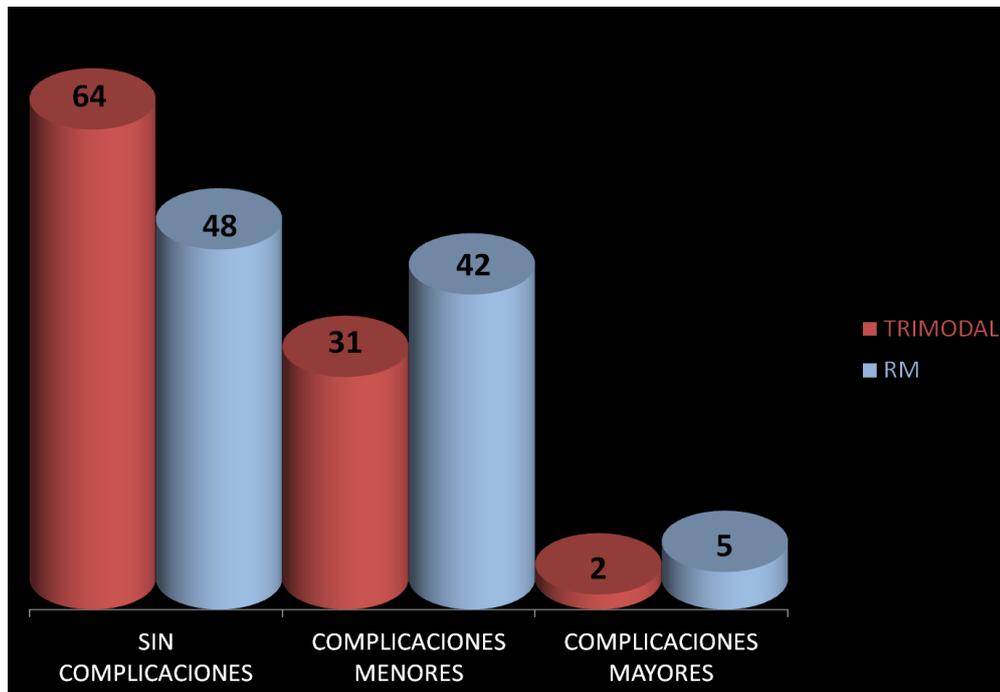
La escala HADS mide la salud emocional. Contiene siete ítems, cada uno de los cuales puntúa de 0 a 3. Proporciona medidas de resumen en una escala de 0 a 21, donde puntuaciones superiores a 8 sugieren la presencia de un trastorno del humor.

De acuerdo con los resultados de la evaluación cognitiva, se elaborará una terapia que incluya técnicas de relajación, apoyo social y pautas que desarrollen el grado de confianza del paciente, no sólo para afrontar la intervención quirúrgica sino también para aumentar su capacidad de poder superarla. Con ello conseguiremos mejorar y reforzar la motivación de los pacientes para cumplir con el ejercicio y los aspectos nutricionales de la intervención.

Con la implementación de programas basados en este modelo trimodal de prehabilitación, se han obtenido resultados muy alentadores. Figuras 5 y 6.



**Figura 5.** Comparación de la evolución de la capacidad funcional entre los tres modelos.



**Figura 6.** Complicaciones postoperatorias con rehabilitación multimodal frente a prehabilitación trimodal.

### 2.3.- UNIDAD DE PREHABILITACIÓN

Tras indicación quirúrgica, los pacientes serán derivados a la Unidad de Prehabilitación donde se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

#### 1. Consulta preanestésica

Se realizará una valoración preoperatoria del paciente, que incluirá:

- Identificación.
- Diagnóstico e intervención prevista.
- Antecedentes quirúrgicos y anestésicos.
- Transfusiones previas.
- Antecedentes médicos.
- Historia de reacciones adversas.
- Medicación habitual.
- Hábitos tóxicos.

- Peso, talla, índice de masa corporal.
- Valoración de la vía aérea.
- Pruebas complementarias: electrocardiograma, analítica, radiografía de tórax.
- Valoración del riesgo anestésico según la clasificación ASA.
- Información referente al procedimiento anestésico y sus posibles complicaciones.
- Información sobre el programa de rehabilitación.
- Información acerca del test de los seis minutos.
- Firma de los consentimientos correspondientes. (Otros anexos-1)

## 2. Monitorización basal

- Tensión arterial sistólica (TAS), diastólica (TAD) y media (TAM).
- Electrocardiograma.
- Pulsioximetría.
- Capnografía.
- Espirometría, registrando volumen tidal, presión en vía aérea y frecuencia respiratoria.

## 3. Valoración del estado nutricional

Se completarán cuestionarios de valoración global subjetiva de riesgo y se revisarán parámetros analíticos. (Anexos nutrición-2,3).

## 4. Valoración del estado cognitivo

Se cumplimentarán la escala HADS y el test SF36. (Anexos cognición-1,2,3).

## 5. Valoración del estado funcional

Se llevará a cabo el test de la marcha de los seis minutos. La prueba se realizará en un pasillo recto y plano de veinte metros de largo anexo a la Unidad de Prehabilitación que estará

marcado cada 2 metros. Se dispondrá de cronómetro, sillas para que el paciente pueda descansar y pulsioxímetro portátil.

Se instará al paciente a andar a un ritmo rápido durante los seis minutos que dura la prueba, debiendo ser acompañado indicándole cada minuto el tiempo que resta para su finalización. Si necesita descansar, podrá hacerlo sin parar el minuterero.

La prueba se suspenderá ante la aparición de dolor torácico, disnea intolerable, calambres intensos en las piernas, diaforesis, cianosis evidente, palidez y aspecto extenuado. El paciente será acostado y monitorizado dependiendo de la severidad del evento.

Durante la realización del test, se registrarán cada minuto la distancia recorrida en metros, la saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca.

#### 6. Monitorización y valoración tras el test de los seis minutos

-TAS, TAD y TAM.

-Electrocardiograma.

-Pulsioximetría.

-Capnografía.

-Espirometría, registrando volumen tidal, presión en vía aérea y frecuencia respiratoria.

-Tiempo que tarda en alcanzar la frecuencia cardíaca basal.

-Disnea y fatiga según clasificación subjetiva de Borg (Tabla 3 en capítulo 4).

-Distancia total recorrida.

-Aparición de complicaciones.

-Estimación del consumo máximo de oxígeno según la fórmula propuesta por el “Colegio Americano de Medicina del Deporte (CAMD):  $VO_{2máx} = \underline{0,1ml/Kg/min. (Distancia) + 3.5ml/Kg/min}$

Tiempo

Una vez realizada la evaluación del estado funcional, nutricional y cognitivo del paciente, se elaborará un plan de actuaciones según los resultados obtenidos, que conformarán la terapia prehabilitadora.

### A.- PLAN DE EJERCICIOS

En función de la edad, el sexo y la distancia total recorrida en el test de los seis minutos, se obtendrá un percentil para cada paciente en base al cual se clasificará en un grado de capacidad funcional. Figura 7.

| Percentil | 60-64 años |     | 65-69 años |     | 70-74 años |     | 75-79 años |     | 80-84 años |     | 85-89 años |     | 90-94 años |     |
|-----------|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|
|           | F          | M   | F          | M   | F          | M   | F          | M   | F          | M   | F          | M   | F          | M   |
| 95        | 741        | 825 | 734        | 800 | 709        | 779 | 696        | 762 | 654        | 721 | 638        | 710 | 564        | 646 |
| 90        | 711        | 792 | 697        | 763 | 673        | 743 | 655        | 716 | 612        | 678 | 591        | 659 | 518        | 592 |
| 85        | 690        | 770 | 673        | 738 | 650        | 718 | 628        | 686 | 584        | 649 | 560        | 625 | 488        | 557 |
| 80        | 674        | 751 | 653        | 718 | 630        | 698 | 605        | 661 | 560        | 625 | 534        | 596 | 463        | 527 |
| 75        | 659        | 736 | 636        | 700 | 614        | 680 | 585        | 639 | 540        | 604 | 512        | 572 | 441        | 502 |
| 70        | 647        | 722 | 621        | 685 | 599        | 665 | 568        | 621 | 523        | 586 | 493        | 551 | 423        | 480 |
| 65        | 636        | 710 | 607        | 671 | 586        | 652 | 553        | 604 | 508        | 571 | 476        | 532 | 406        | 461 |
| 60        | 324        | 697 | 593        | 657 | 572        | 638 | 538        | 586 | 491        | 554 | 458        | 512 | 388        | 440 |
| 55        | 314        | 686 | 581        | 644 | 561        | 625 | 524        | 571 | 477        | 540 | 443        | 495 | 373        | 422 |
| 50        | 603        | 674 | 568        | 631 | 548        | 612 | 509        | 555 | 462        | 524 | 426        | 477 | 357        | 403 |
| 45        | 592        | 662 | 555        | 618 | 535        | 599 | 494        | 539 | 447        | 508 | 409        | 459 | 341        | 384 |
| 40        | 582        | 651 | 543        | 605 | 524        | 586 | 480        | 524 | 433        | 494 | 394        | 442 | 326        | 366 |
| 35        | 570        | 638 | 529        | 591 | 510        | 572 | 465        | 506 | 416        | 477 | 376        | 422 | 308        | 345 |
| 30        | 559        | 626 | 515        | 577 | 497        | 559 | 450        | 489 | 401        | 462 | 359        | 403 | 291        | 326 |
| 25        | 547        | 612 | 500        | 562 | 482        | 544 | 433        | 471 | 384        | 444 | 340        | 382 | 273        | 304 |
| 20        | 532        | 597 | 483        | 544 | 466        | 526 | 413        | 449 | 364        | 423 | 318        | 358 | 251        | 279 |
| 15        | 516        | 578 | 463        | 524 | 446        | 506 | 390        | 424 | 340        | 399 | 292        | 329 | 226        | 249 |
| 10        | 495        | 556 | 439        | 499 | 423        | 481 | 363        | 394 | 312        | 370 | 261        | 295 | 196        | 214 |
| 5         | 465        | 523 | 402        | 462 | 387        | 445 | 322        | 348 | 270        | 327 | 214        | 244 | 150        | 160 |

**Figura 7.** Tabla de percentiles según sexo y edad.

- Grado 1: Paciente entre percentil 100 y 70
- Grado 2: Paciente entre percentil 70 y 40
- Grado 3: Paciente por debajo del percentil 40

Se indicará una pauta de ejercicios para el entrenamiento de la resistencia aeróbica que deberá realizar a días alternos y que consistirá en subir y bajar escaleras ó caminar a un ritmo rápido

inicialmente durante 15 minutos al día, aumentando progresivamente hasta 30 minutos al día según tolerancia.

La intensidad del ejercicio se fijará en base a su frecuencia cardiaca máxima (220-edad en hombres, 226-edad en mujeres) calculada de acuerdo a la frecuencia presentada durante la realización del test de los seis minutos. Se indicará comenzar al 50% de la misma, incrementándose un 10% cada semana según tolerancia, hasta un máximo limitado por su grado funcional.

Aquellos pacientes que pertenezcan al grado 1 de capacidad funcional tendrán como objetivo realizar ejercicio intenso (75-85% de su frecuencia cardiaca máxima), los pacientes de grado 2 ejercicio moderado (60-75% de su frecuencia cardiaca máxima) y los pacientes de grado 3 ejercicio suave (55-60% de la frecuencia cardiaca máxima).

Deberán realizar además, diariamente:

-Ejercicios respiratorios. Permiten mantener una respiración bien coordinada y eficiente para restablecer la función del diafragma y disminuir el esfuerzo respiratorio.

-Ejercicios de flexibilidad. Con ellos ganará en elasticidad y flexibilidad.

-Ejercicios de entrenamiento de la fuerza muscular. Permiten adquirir potencia y masa muscular. Se realizarán con o sin pesas de 1 kg. (Anexos ejercicio-1).

## **B.- SOPORTE NUTRICIONAL**

De acuerdo con los resultados de la evaluación del estado nutricional, se clasificará a los pacientes en tres grupos – no desnutrición, desnutrición leve y desnutrición moderada – pautando suplementos nutricionales específicos para cada uno de ellos desde el momento en que se inicia la terapia prehabilitadora. (Anexos nutrición-4).

## **C.- TERAPIA COGNITIVA**

Se proporcionarán técnicas de relajación con la respiración que deberán llevar a cabo treinta minutos antes de acostarse. Asimismo, a aquellos pacientes con un grado moderado-severo de

ansiedad y/o depresión según los cuestionarios realizados, les serán prescritos fármacos ansiolíticos que deberán tomar antes de acostarse hasta el día de la intervención.

La terapia prehabilitadora tendrá una duración de cuatro-cinco semanas, durante las cuales se llamará telefónicamente al paciente para comprobar su estado y el cumplimiento del programa. Los pacientes serán de nuevo evaluados a cerca de su estado funcional, nutricional y cognitivo en la Unidad de Prehabilitación el día previo a la intervención quirúrgica y un mes después de la misma.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Carli F, Zavorsky GS. Optimizing functional exercise capacity in the elderly surgical population. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005; 8: 23-32.
- 2.-Mayo NE, BSc (PT), MSc, PhD, Feldman Liane, Scott S, et al. Impact of preoperative change in physical function on postoperative recovery: Argument supporting prehabilitation for colorectal surgery. *Surgery*. 2011; 150: 505-14.
- 3.-Lawrence VA, Hazuda HP, Cornell JE, Pederson T, Bradshaw PT, Mulrow CD et al. Functional independence after major abdominal surgery in the elderly. *J AmColl Surg*. 2004; 199: 762-772.
- 4.-Li C, Carli F, Lee L, Charlebois P, Stein B, Liberman AS, et al. Impact of a trimodal prehabilitation program on functional recovery after colorectal cancer surgery: a pilot study. *Surg Endosc*. 2013; 27: 1072-1082.
- 5.-Kennedy GD, MD, PhD, Rajamanickam V, MS, O'Connor ES, et al. Optimizing Surgical Care of Colon Cancer in the Older Adult Population. *Ann Surg*. 2011; 253: 508-514.
- 6.-Enright PL, McBurnie M, Bittner V, Tracy RP, McNamara R, Arnold A, et al. The 6-min Walk Test. A Quick Measure of Functional Status in Elderly Adults. *Chest*. 2003; 123: 387-398.
- 7.-Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil*. 2001; 21: 87-93.
- 8.-ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-117.
- 9.-Moriello C, Mayo NE, Feldman L, Carli F. Validating the sixminute walk test as a measure of recovery after elective colon resection surgery. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89: 1083-9.
- 10.-Jones LW, Peddle CJ, Eves ND, Haykowsky MJ, Courneya KS, Mackey JR, et al. Effects of presurgical exercise training on cardiorespiratory fitness among patients undergoing thoracic surgery for malignant lung lesions. *Cancer*. 2007; 110: 590-8.
- 11.-Wilson RJT, Davies S, Yates D, Redman J, Stone M. Impaired functional capacity is associated with all-cause mortality after major elective intraabdominal surgery. *Br J Anaesth*. 2010; 105: 297-303.

- 12.-Carli F, Charlebois P, Stein B, Feldman L, Zavorsky G, Kim DJ, et al. Randomized clinical trial of prehabilitation in colorectal surgery. *BJS*. 2010; 97: 1187-1197.
- 13.-Mavros MN, Athanasiou S, Gkegkes ID, Polyzos KA, Peppas G, Falagas ME. Do Psychological Variables Affect Early Surgical Recovery? *PLoS ONE*. 2011; 6: e20306
- 14.-Rasekaba T, Lee AL, Naughton MT, Williams TJ, Holland AE. The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Intern Med J*. 2009; 39: 495-501.
- 15.-Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2006; 54: 743-749.
- 16.-Van Stijn MF, Korkic-Halilovic I, Bakker MS, van der Ploeg T, van Leeuwen PA, Houdijk AP. Preoperative nutrition status and postoperative outcome in elderly general surgery patients: a systematic review. *J Parenter Enteral Nutr*. 2012; 37: 37-43.
- 17.-Heys SD, Schofield AC, Wahle KW, Garcia-Caballero M. Nutrition and the surgical patient: triumphs and challenges. *Surgeon* 2005; 3: 139-44.
- 18.-Weimann A, Braga M, Harsanyi L, et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: surgery including organ transplantation. *Clin Nutr* 2006;25:224-44.
- 19.-Hopman WM, Towheed T, Anastassiades T, Tenenhouse A, Poliquin S, Berger C, et al. Canadian normative data for the SF-36 health survey. *Can Med Assoc J*. 2000; 163: 265-271.
- 20.-Ware JE, Kosinski M, Keller SD. SF-36 physical and mental health summary scales: a user's manual. Boston, MA: The Health Institute; 1994.
- 21.-Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983; 67: 361-370.
- 22- Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *J Psychosom Res*. 2002; 52: 69-77.

### **3.- VALORACIÓN FUNCIONAL**

*Autora: Beatriz Ruiz Torres*

La mejor forma de valorar la capacidad funcional de una persona es determinando el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) durante una prueba de esfuerzo cardiopulmonar, pero es un método complejo para realizarlo de forma rutinaria. Por ello, se pueden utilizar otros métodos para estimarla: equivalentes metabólicos y otras pruebas de esfuerzo. Mención aparte merece el test de los 6 minutos marcha, prueba de esfuerzo submáxima estandarizada, simple y de bajo coste, que puede aportar una valiosa información en la evaluación clínica del paciente.

### **3.1.- EQUIVALENTES METABÓLICOS**

Es posible conocer el estado funcional de la persona, estimando el  $VO_2$  máx. a partir de equivalentes metabólicos (MET).

El MET es la unidad de medida del índice metabólico que indica el consumo mínimo de oxígeno que el organismo necesita para mantener sus constantes vitales. Se considera que 1 MET corresponde a 3,5 ml  $O_2$ /kg/ min o 1 Kcal/Kg de peso corporal/ hora. Cuando decimos que una persona está realizando un ejercicio con una intensidad de 10 METs, significa que está ejerciendo una intensidad 10 veces mayor de lo que haría en reposo.

Existen en la actualidad numerosas tablas y compendios de equivalencias en METs para casi todas las actividades existentes en la vida cotidiana y deportiva. A modo de ejemplo, señalamos algunas actividades y su equivalencia en METs en la tabla 1.

Por otra parte, la percepción de la tolerancia al esfuerzo puede ser otra forma de evaluar la situación funcional, por lo que son útiles las clasificaciones subjetivas, como la de la New York Heart Association (NYHA) (Tabla 2).

La clasificación funcional de la NYHA fue propuesta en 1928 y ha sido revisada en varias ocasiones, la última en 1994. Designa cuatro clases funcionales basándose en las limitaciones en la actividad física ocasionada por los síntomas cardíacos.

| <b>Actividad</b>                     | <b>METs</b> |
|--------------------------------------|-------------|
| - Dormir                             | 0,9         |
| - Leer, escribir, ver TV             | 1,3         |
| - Tareas domésticas                  | 3,3         |
| - Bicicleta estática                 | 7           |
| - Bicicleta suave (16-19. 2 km/h)    | 6           |
| - Bicicleta media (19,3- 22,4 km/h)  | 8           |
| - Bicicleta intensa (22,5-25,6 km/h) | 10          |
| - Carrera (8 km/h)                   | 8-9         |
| - Carrera (12 km/h)                  | 12,5        |
| - Carrera (7,5 km/h)                 | 7-8         |
| - Caminar (3,2 km/h)                 | 2,5         |
| - Caminar (5,6 km/h)                 | 3,8         |
| - Caminar (8 km/h)                   | 6-7         |

**Tabla 1.** Algunas actividades y su equivalencia en METs

En numerosos estudios, se ha demostrado una moderada correlación entre la clasificación de la NYHA y la capacidad funcional determinada por la medición del VO<sub>2</sub> máx. en METs:

- Clase I: alcanza de 7 a 16 MET
- Clase II: alcanza de 5 a 6 MET
- Clase III: alcanza de 2 a 4 MET

- Clase IV: 1 MET

Clase I: No limitación de la actividad física. La actividad ordinaria no ocasiona excesiva fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.

Clase II: Ligera limitación de la actividad física. Confortables en reposo. La actividad ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.

Clase III: Marcada limitación de la actividad física. Confortables en reposo. Actividad física menor que la ordinaria ocasiona fatiga, palpitaciones, disnea o dolor anginoso.

Clase IV: Incapacidad para llevar a cabo cualquier actividad física sin disconfort. Los síntomas de insuficiencia cardíaca o de síndrome anginoso pueden estar presentes incluso en reposo. Si se realiza cualquier actividad física, el disconfort aumenta.

**Tabla 2.** Clasificación funcional NYHA

### **3.2.- PRUEBAS DE ESFUERZO**

La prueba de esfuerzo (PE) o test de ejercicio, es una técnica que permite evaluar la respuesta del sistema cardiovascular al ejercicio bajo condiciones bien controladas y con indicaciones precisas.

Los objetivos al realizar una PE son principalmente:

- Valorar la probabilidad de tener una cardiopatía isquémica (valoración diagnóstica).
- Estimar la gravedad de la enfermedad coronaria y la probabilidad de complicaciones posteriores (valoración pronóstica).
- Analizar la condición física y capacidad funcional de un individuo (valoración funcional).
- Documentar la eficacia de determinados tratamientos (valoración terapéutica)

## **Métodos más utilizados**

- El cicloergómetro o bicicleta ergonómica es una bicicleta estática con freno mecánico (resistencia fija al pedaleo, con ritmo constante próximo a 50-60 pedaladas/min), o freno electrónico (trabajo constante e independiente de la frecuencia de pedaleo) que es más fiable porque depende menos de la colaboración del paciente. La carga de trabajo puede ser regulada en vatios o en kilopondímetros por minuto ( $6 \text{ kpm/min} = 1 \text{ watt}$ ).

- El tapiz rodante o cinta sin fin (*treadmill*), es la PE más ampliamente utilizada. Consiste en una cinta movida por un motor eléctrico y sobre la que el paciente debe caminar a distintas velocidades y pendientes según el protocolo utilizado. Es conveniente que tenga pasamanos a ambos lados y una barra frontal, aunque el apoyo en ellos facilita el trabajo del paciente aumentando el tiempo de esfuerzo y falseando la capacidad funcional calculada (incrementándola hasta en un 20%). El consumo de oxígeno alcanzado en el tapiz es algo superior al obtenido en la bicicleta. La frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial (TA) son similares en ambos métodos. El tapiz rodante tiene la ventaja de ser un ejercicio más fisiológico y mejor tolerado. Los inconvenientes radican fundamentalmente en que necesita más espacio y mantenimiento, cierto entrenamiento previo y mayor coste económico.

- En personas con alteraciones ortopédicas, vasculares o neurológicas de las extremidades inferiores se utiliza la manivela ergonómica o de brazo (*arm-crank*). La respuesta de la FC y de la TA suele ser mayor que cuando se realiza ejercicio con los miembros inferiores llegando a niveles máximos de aproximadamente el 70-80% de la que se obtendría con el tapiz rodante.

Antes de comenzar la prueba se realiza un registro basal electrocardiográfico de la FC y TA. Estos parámetros se siguen registrando durante la realización de la prueba, al final y en el periodo de recuperación permitiendo, junto con la respuesta clínica obtenida, evaluar la capacidad funcional y la respuesta hemodinámica y electrocardiográfica al ejercicio.

La PE es un procedimiento considerado habitualmente seguro. Puede presentar un caso de fallecimiento por cada 10.000 pruebas. En cualquier caso, las posibles complicaciones son poco frecuentes. Se debe informar al paciente en qué consiste la prueba, sus riesgos y firmar el consentimiento.

El médico que supervisa la prueba debe estar entrenado en técnicas de reanimación cardiopulmonar y disponer de todo el material necesario para ello (desfibrilador, material de intubación, camilla con toma de oxígeno etc.)

El paciente no ha de comer, fumar o beber alcohol 3 horas antes de la prueba. La mayoría de los test de ejercicio se realizan con la medicación que toma habitualmente.

### **Contraindicaciones**

#### **Absolutas**

- Infarto de miocardio reciente (menos de 3 días)
- Angina inestable no estabilizada con medicación
- Arritmias cardíacas incontroladas que causan deterioro hemodinámico
- Estenosis aórtica severa sintomática
- Insuficiencia cardíaca no estabilizada
- Embolia pulmonar, pericarditis o miocarditis aguda
- Disección aórtica
- Incapacidad física o psíquica para realizar la PE

#### **Relativas**

- Estenosis valvular moderada
- Anormalidades electrolíticas
- Hipertensión arterial severa (TAS > 200 y/o TAD > 110 mmHg)
- Taquiarritmias o bradiarritmia

- Miocardiopatía hipertrófica u otras formas de obstrucción al tracto de salida de ventrículo izquierdo
- Bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado

### **Criterios de finalización de pruebas de esfuerzo**

#### **Absolutos**

- El deseo reiterado del sujeto de detener la prueba.
- Dolor torácico anginoso progresivo
- Descenso o falta de incremento de la presión sistólica pese al aumento de la carga
- Arritmias severas/malignas: extrasistolia ventricular frecuente, progresiva y multiforme, rachas de taquicardia ventricular, flutter o fibrilación ventricular
- Síntomas del sistema nervioso central: ataxia, mareo o síncope
- Signos de mala perfusión: cianosis, palidez
- Mala señal electrocardiográfica que impida el control del trazado

#### **Relativos**

- Cambios llamativos del ST o del QRS (cambios importantes del eje)
- Fatiga, cansancio, disnea y claudicación
- Taquicardias no severas incluyendo las paroxísticas supraventriculares
- Bloqueo de rama que simule taquicardia ventricular

### **Protocolos**

Los protocolos de esfuerzo se deben ajustar de forma individualizada. El tiempo óptimo de realización de una prueba se estima entre 6-12 minutos.

Aunque el protocolo más utilizado es el de Bruce sobre treadmill, existen otros como: Bruce modificado, Stanford, Kattus, Naughton, entre otros. Todos ellos se realizan sobre tapiz rodante variando la velocidad, pendiente o el tiempo de cada fase hasta alcanzar el tiempo óptimo de esfuerzo.

## **Tipos de Pruebas de esfuerzo**

### **a.-PE máxima**

La prueba finaliza al alcanzar la FC máxima teórica (220-edad para hombres y 226-edad para mujeres), consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), o aparición de síntomas o signos de isquemia, arritmia o respuesta hemodinámica anormal.

Excepto en la población pediátrica, un método alternativo o de gran ayuda para valorar la maximalidad o el grado de fatiga de un sujeto en la PE es la cuantificación de la percepción subjetiva de esfuerzo mediante la escala de Borg (tabla 3).

La PE máxima es más sensible para detectar alteraciones cardiovasculares y cuantificar el deterioro cardiovascular, sin embargo resulta difícil conseguir el máximo fisiológico dado que el paciente se halla limitado en ocasiones por enfermedad cardíaca o falta de entrenamiento.

El cálculo del doble producto, de la presión arterial sistólica máxima alcanzada por la frecuencia cardíaca al final del máximo esfuerzo, representa un índice aceptable de trabajo cardíaco y consumo de oxígeno. Valores superiores a 24.000 son compatibles con una buena capacidad física.

### **b.-PE submáxima**

Son de gran utilidad para determinar la condición física en sujetos aparentemente sanos en los que no se precise una valoración diagnóstica, y en ella se pretende llevar al sujeto a un punto predeterminado que bien puede ser una FC diana, un porcentaje de un 85% de la FC máxima teórica o una intensidad de ejercicio o un nivel de esfuerzo en la escala de Borg.

Los parámetros fundamentales a recoger durante la realización de una PE son:

#### **Parámetros electrocardiográficos**

- Depresión del segmento ST
- Elevación del segmento ST
- Arritmias y/o trastornos de la conducción

### Parámetros hemodinámicos

- Frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial (TA)

- Producto FC ×TA sistólica

| Escala de 15 grados          | Escala de 10 grados            |
|------------------------------|--------------------------------|
| 6 Nada de esfuerzo           | 0 Nada de esfuerzo             |
| 7 Extraordinariamente ligero | 0,5 Extraordinariamente ligero |
| 8                            |                                |
| 9 Muy leve                   | 1 Muy leve                     |
| 10                           |                                |
| 11 Ligero                    | 2 Ligero                       |
| 12                           |                                |
| 13 Algo pesado               | 3 Moderado                     |
| 14                           | 4                              |
| 15 Pesado o duro             | 5 Pesado o duro                |
| 16                           | 6                              |
| 17 Muy duro                  | 7 Muy duro                     |
| 18                           | 8                              |
| 19 Extraordinariamente duro  | 9                              |
| 20 Máximo esfuerzo           | 10 Máximo esfuerzo             |

*A la izquierda la escala original de esfuerzo percibido en 15 grados (de 6 a 20) y a la derecha la más nueva de 10 categorías.*

**Tabla 3.** Escala de Borg. Percepción subjetiva de esfuerzo.

### Parámetros clínicos

- Angina, signos de disfunción ventricular izquierda (mareo, palidez, sudor frío, cianosis)
- Disnea, claudicación, etc.
- Percepción subjetiva del esfuerzo

### Capacidad funcional

- Trabajo externo expresado en MET (1 MET = 3,5 ml de O<sub>2</sub>/kg/min)
- Tiempo de ejercicio

### **Pruebas de esfuerzo con análisis de gases (ergoespirometría)**

El análisis de intercambio de gases de la ventilación durante la PE aporta información acerca de los sistemas cardiovascular, respiratorio y del metabolismo energético durante el ejercicio.

### **Parámetros ergoespirométricos**

#### 1.-Consumo de oxígeno:

- VO<sub>2</sub> máx:

Es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber de la atmósfera, transportar a los tejidos y consumir por unidad de tiempo durante el desarrollo del ejercicio. Se expresa en valor absoluto (l/min o ml/ min) o relativo al peso corporal total (ml/kg/min). En caso de no disponer de equipamiento necesario para realizar análisis de gases, el VO<sub>2</sub>max se calcula indirectamente en forma de equivalentes metabólicos o METs, siendo 1 MET = 3.5 ml/Kg/min (Tabla 4).

- VO<sub>2</sub> pico:

Es el mayor valor de VO<sub>2</sub> alcanzado en una prueba incremental, cuando no es posible alcanzar criterios de VO<sub>2</sub> máx. Es el parámetro que habitualmente se obtiene y se utiliza en sujetos no entrenados y en cardiópatas. Es una medida de la limitación funcional del sistema cardiovascular, permite una estimación indirecta del gasto cardiaco máximo

## 2.-Umbral anaeróbico (UA):

| Edad  | Hombres             |      | Mujeres             |      |
|-------|---------------------|------|---------------------|------|
|       | VO <sub>2</sub> max | METs | VO <sub>2</sub> max | METs |
| 20-29 | 42                  | 12   | 35                  | 10   |
| 30-39 | 42                  | 12   | 35                  | 10   |
| 40-49 | 38,5                | 11   | 31,5                | 9    |
| 50-59 | 35                  | 10   | 28                  | 8    |
| 60-69 | 31,5                | 9    | 28                  | 8    |
| 70-79 | 28                  | 8    | 28                  | 8    |

En pacientes en tratamiento con fármacos betabloqueantes se consideran como valores de VO<sub>2</sub>max y FC en la PE un 80% del VO<sub>2</sub>max correspondiente a la edad y sexo y un 85% de la FC máxima teórica.

**Tabla 4.** Valores estimados de VO<sub>2</sub>max y METs según edad y sexo

Es la intensidad de ejercicio por encima del cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se incrementa también de una manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido. Es un indicador objetivo y reproducible de la capacidad funcional independiente de la motivación del sujeto, ya que no es necesario realizar un esfuerzo máximo para su determinación. El UA suele producirse entre el 50-70% del VO<sub>2</sub>max.

## 3.-Ventilación pulmonar por minuto (VE):

Es el volumen de aire espirado en l/min. Hace referencia a la capacidad ventilatoria del individuo y a su adaptación física al esfuerzo.

#### 4.-Relación espacio muerto/volumen corriente ( $V_d/V_t$ ):

Su análisis durante el ejercicio pone de manifiesto alteraciones en el intercambio gaseoso y en la relación ventilación/perfusión. Permite realizar el diagnóstico diferencial entre una limitación del ejercicio de carácter cardiovascular o respiratorio.

#### 5.-Producción de $CO_2$ ( $VCO_2$ ):

Es la cantidad de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) eliminado por la respiración por unidad de tiempo (l/min o ml/min). Ofrece información acerca de los procesos cuantitativos del metabolismo aeróbico y anaeróbico.

#### 6.-Cociente respiratorio (CR): es la relación entre la $VCO_2$ y el $VO_2$ :

Es un índice del grado de fatiga referida a los procesos metabólicos, así como a las condiciones ventilatorias en cada nivel de ejercicio.

#### 7.-Equivalentes ventilatorios para el $O_2$ y el $CO_2$ ( $EqO_2$ , $EqCO_2$ ):

Representan los ml de aire que deben ventilarse para consumir 1 ml de  $O_2$  y eliminar 1 ml de  $CO_2$ , respectivamente ( $VE/VO_2$  y  $VE/VCO_2$ ). Ambos parámetros son índices de la economía respiratoria o grado de eficiencia de la ventilación.

#### 8.-Pulso de oxígeno ( $VO_2 /FC$ ):

Es la cantidad de  $O_2$  consumido durante un ciclo cardíaco completo (ml/latido). Según la ecuación de Fick tiene una relación directa con el volumen sistólico.

La determinación del VO<sub>2</sub> permite estimar de manera objetiva el deterioro funcional del paciente y evaluar las medidas terapéuticas. La ergoespirometría es un procedimiento incruento y reproducible que puede repetirse cuantas veces sea necesario y con ello obtener un mejor control evolutivo del paciente.

Desde el punto de vista práctico, es útil la determinación indirecta del consumo de oxígeno mediante diferentes tablas que permiten efectuar el cálculo, a partir del sexo, edad, nivel de entrenamiento, etapa del esfuerzo alcanzada de un determinado protocolo (Tabla 5).

| CLASE FUNCIONAL  | CONSUMO O <sub>2</sub> ml/Kg/m | METS | BICICLETA ERGOMÉTRICA | PROTC. DE   |        | TAPIZ |          | RODANTE        |      |
|------------------|--------------------------------|------|-----------------------|-------------|--------|-------|----------|----------------|------|
|                  |                                |      |                       | BRUCE       | MODIF. | BRUCE | NAUGHTON |                |      |
| NORMAL<br>Y<br>I |                                |      | PARA 70 Kg DE PESO    | FASES 3 MIN |        |       |          | FASES<br>2 MIN |      |
|                  |                                |      |                       | MPH         | %PT    | MPH   | %PT      |                |      |
|                  |                                |      |                       | 6           | 22     | 6     | 22       |                |      |
|                  |                                |      |                       | 5,5         | 20     | 5,5   | 20       |                |      |
|                  |                                |      |                       |             |        |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       | 5           | 18     | 5     | 18       |                |      |
|                  |                                |      |                       |             |        |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       | 4,2         | 16     | 4,2   | 16       |                |      |
|                  |                                |      |                       |             |        |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       | 3,4         | 14     | 3,4   | 14       |                |      |
|                  |                                |      |                       |             |        |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       |             |        |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       | 2           | 17,5   |       |          |                |      |
|                  |                                |      |                       | 2           | 14     |       |          |                |      |
| II               | 21                             | 6    | 100                   | 2,5         | 12     | 2,5   | 12       | 2              | 10,5 |
|                  | 17,5                           | 5    | 75                    | 1,7         | 10     | 1,7   | 10       | 2              | 7    |
| III              | 14                             | 4    | 50                    | 1,7         | 5      |       |          | 2              | 3,5  |
|                  | 10,5                           | 3    | 25                    |             |        |       |          | 2              | 0    |
|                  | 7                              | 2    |                       | 1,7         | 0      |       |          | 1              | 0    |
| IV               | 3,5                            | 1    |                       |             |        |       |          |                |      |

*PT: Pendiente; MPH: Millas por hora.*

**Tabla 5.** Protocolos de ejercicio con su correspondiente trabajo externo en METS y VO<sub>2</sub> máx.

### Interpretación de la Prueba de esfuerzo

La interpretación de la PE incluye varios parámetros:

- Valoración clínica de percepción subjetiva al esfuerzo según la escala de Borg. En general, una puntuación mayor de 18 indica que el paciente ha realizado un ejercicio máximo. Valores entre 15 y 16 sugieren que ha alcanzado el umbral anaeróbico.
- Parámetros hemodinámicos como FC y TA. Se considera una respuesta patológica de la TA cuando durante la prueba la TAS supera los 220 mmHg o no alcanza 120 mmHg. Respecto a la FC se considera patológico tanto un aumento excesivo como una falta de aumento durante la PE.
- METs alcanzados durante la realización de la PE. La imposibilidad de alcanzar el 60% de la capacidad funcional teórica (5 METs o menos en sujetos sanos menores de 65 años) se considera anormal.
- Parámetros electrocardiográficos. Los más significativos son la depresión o elevación del segmento ST y la aparición de arritmias y/o trastornos de la conducción.

### **3.3.- TEST DE LOS 6 MINUTOS MARCHA**

La medición directa del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) durante una prueba de esfuerzo máxima ergométrica es considerada en la actualidad el estándar de oro para medir la capacidad aeróbica máxima. Sin embargo, esta prueba es compleja de ejecutar, requiere de equipos especiales, personal entrenado, tiene un alto costo y por tanto, está limitada a centros especializados.

Hoy en día existen pruebas de esfuerzo submáximo complementarias como son los test de marcha ampliamente reconocidos y estandarizados que pueden aportar información valiosa en la evaluación clínica de los pacientes y que se caracterizan por su simplicidad y bajo coste. El más utilizado en la actualidad en la mayoría de los estudios es el Test de los 6 minutos marcha (T6MM).

En la década de los 70 se dio a conocer el test de Cooper o prueba de carrera de 12 minutos, de gran aplicabilidad en la evaluación de la condición física en deportistas pero demasiado exigente en sujetos con patologías cardíacas o respiratorias. En 1976 aparecieron modificaciones de dicho test como las sugeridas por Mc Gavin para evaluar la tolerancia al ejercicio de los pacientes con EPOC durante 12 minutos de marcha. Posteriormente en 1982 Butland la transformó reduciendo los

tiempos en el Test de los 6 minutos marcha.

Consiste en medir la distancia máxima que puede recorrer un individuo caminando en un pasillo durante seis minutos. El ejercicio realizado en el T6MM es submáximo, mide la resistencia al ejercicio no la capacidad máxima, por lo que refleja mejor las limitaciones para las actividades habituales de la vida diaria que los test de ejercicio máximo.

Evalúa de forma integrada la respuesta al ejercicio de los componentes pulmonar, cardiovascular y musculoesquelético y es capaz de predecir morbimortalidad en pacientes con diferentes enfermedades crónicas.

Presenta además otras ventajas respecto a otras pruebas como son: su fácil realización, es altamente reproducible y sensible a cambios pre y post-tratamiento.

1. Diagnóstico de desaturación arterial con el ejercicio (B\*)
2. Evaluación funcional de pacientes con EPOC, EPD, HPP e ICC (B\*)
3. Evaluación de pronóstico de pacientes con EPOC, EPD, HPP e ICC (B\*)
4. Evaluación funcional de pacientes con fibrosis quística (C\*)
5. Evaluación de pronóstico de pacientes con EPOC o ICC previo a la cirugía (cirugía de reducción de volumen pulmonar, trasplante) (C\*)
6. Evaluación de los beneficios de intervenciones terapéuticas (oxígeno suplementario, rehabilitación, cirugía) (B\*)

*EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica; EPD: Enfermedad pulmonar intersticial difusa; HPP: Hipertensión Pulmonar Primaria; ICC: Insuficiencia cardíaca congestiva. \* Nivel de*

**Tabla 6.** Indicaciones para la prueba de caminata de 6 minutos en la práctica clínica y su grado de recomendación.

### **Objetivo**

Evaluar la máxima distancia caminada en terreno llano durante un periodo de 6 minutos siguiendo un protocolo estandarizado.

Se valora la presencia de disnea, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>).

### **Indicaciones**

La indicación más clara se relaciona con la medición de respuesta a intervenciones médicas en pacientes con enfermedad cardíaca o pulmonar de grado moderado a avanzado. También ha sido utilizada como una medición única del estado funcional del paciente, así como predictor de muerte y de morbilidad (Tabla 6).

Hoy en día además de su utilidad clínica ya conocida, se está utilizando en protocolos de investigación debido a su bajo coste y fácil realización.

### **Contraindicaciones**

#### 1.-Contraindicaciones absolutas:

- Angina inestable en el primer mes de evolución.
- Infarto agudo de miocardio en el primer mes de evolución.
- Imposibilidad para caminar por evento agudo (esguince de tobillo, herida en el pie, fractura de extremidad inferior, etc).

#### 2.-Contraindicaciones relativas:

- Frecuencia cardíaca > 120 por minuto en reposo.
- Presión arterial sistólica > 180 mmHg.

- Presión arterial diastólica > 100 mmHg.
- Saturación arterial de oxígeno en reposo < 89%.

### **Espacio físico**

Para poder realizar la prueba es recomendable disponer de un corredor plano de una longitud igual o mayor a 30 metros (mínimo aceptable 20 metros). Debe ser un lugar poco transitado con temperatura y humedad agradables por lo que es aconsejable que se ubique en el interior de un edificio.

Los extremos del corredor deben ser señalizados, así como el recorrido cada 3 metros.

### **Equipo**

Para la realización de la prueba es necesario contar con el siguiente material:

- Pulsioxímetro
- Cronómetro
- Escala de Borg escrita
- Manómetro de TA y fonendoscopio (opcional)
- Sillas ubicadas de forma que el paciente pueda descansar
- Oxígeno transportable si se precisa
- Equipo de reanimación y camilla cerca

### **Personal**

La cualificación académica del personal encargado de realizar el test puede ser: Diplomado en Enfermería o Fisioterapia o Licenciado en Medicina.

El técnico que realiza la prueba debe ser entrenado previamente y tener conocimientos de resucitación cardiopulmonar (RCP).

### **Condición del paciente**

- Calzado y vestimenta cómodos que permitan realizar actividad física
- Comida ligera. No es recomendable el ayuno antes de la prueba
- Utilizar las ayudas habituales para la marcha (bastón, muleta.)
- No realizar ejercicio intenso las 2 horas previas
- No presentar condiciones que limiten la marcha como lesiones en extremidades inferiores que impidan la realización de la prueba
- Toma de medicación habitual. Si utiliza broncodilatadores deben transcurrir al menos 15 minutos desde la última toma.

### **Recomendaciones previas**

Previo a la realización del test se debe explicar el procedimiento y firmar el consentimiento informado.

En aquellos pacientes que en situación basal y respirando aire ambiente presenten una saturación de oxígeno < 90% se utilizará oxígeno suplementario mediante gafas nasales.

Para conseguir una buena fiabilidad y reproductibilidad se debería considerar la realización de dos pruebas para disminuir los sesgos de aprendizaje eligiendo la que mayor distancia haya recorrido.

Causas para suspender la prueba:

- Dolor torácico
- Disnea intolerable
- Calambres musculares intensos en extremidades inferiores
- Diaforesis inexplicable
- Palidez o cianosis o sensación de desvanecimiento
- Saturación de oxígeno < 85% con aire ambiente o con oxígeno suplementario

siempre y cuando el paciente presente sintomatología y a criterio del examinador

## **Ventajas**

- Fácil realización y ampliamente utilizada
- Estandarizada y reproducible
- Sensible a cambios pre y post-tratamiento.
- Correlaciona: consumo de oxígeno ( $VO_2$  pico), calidad de vida, disnea, supervivencia, y actividades de la vida diaria
- Se dispone de valores de normalidad por medio de ecuaciones

## **Inconvenientes**

- Existe un efecto aprendizaje que puede modificar los resultados.
- Falta estandarizar mejor los incentivos verbales.

## **Descripción de la maniobra**

Previamente a la realización del test, en condiciones basales, se tomarán los signos vitales: frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), saturación de  $O_2$  ( $SpO_2$ ), tensión arterial (TA), así como grado de disnea y fatiga de extremidades inferiores según la escala de Borg.

Una vez situados en uno de los extremos del trayecto, se le dará la señal verbal de empezar y se iniciará el cronometraje. El examinador se colocará siempre detrás del paciente de modo que la velocidad de la marcha sea impuesta por el paciente.

Se deberá anotar en la hoja de registro cada vuelta realizada así como la  $SpO_2$  y FC en cada minuto transcurrido.

Durante la prueba se estimulará verbalmente al paciente para que continúe caminando la máxima distancia posible y se informará sobre el tiempo restante.

Si en algún momento necesita disminuir la velocidad o detenerse, puede hacerlo y proseguir posteriormente. En caso de que el examinador o el paciente decidan suspender la prueba se anotará

la causa, el tiempo y la distancia recorrida.

Inmediatamente una vez finalizada la prueba se anotaran la FC, SpO<sub>2</sub>, y grado de disnea y fatiga según la escala de Borg y se acompañara al paciente hasta una silla para que descanse 10 minutos registrando a los 2 y 5 minutos de finalizada la prueba de nuevo la TA, FC, FR, SpO<sub>2</sub> y el tiempo que tarda en alcanzar los parámetros basales.

Si tras los 10 minutos de descanso se encuentra estable en condiciones basales y sin signos de alarma se da por terminada la prueba.

### **Interpretación**

Son varias las ecuaciones de referencia para calcular los valores de normalidad en el T6MM (Tabla 7). Algunos estudios han observado una variabilidad de hasta un 30% en función de la ecuación escogida.

Algunos estudios han demostrado que la ecuación de Enright sobrestima los resultados; los pacientes caminan casi como los sanos, mientras que las ecuaciones de Troosters y Gibbons tienden a subestimar ligeramente las distancias alcanzadas durante la prueba. Los valores finales de todas son expresados en metros (m).

Dentro de los factores que pueden influir en el resultado, los estudios realizados han observado la importancia de los factores antropométricos, siendo la edad el más determinante y en menor medida la estatura y el sexo. No obstante, los factores antropométricos en los estudios sobre población adulta con mayor muestra, sólo han conseguido explicar un 40% de la variabilidad de la distancia caminada. Es probable que otro factor como la actividad física previa que se relaciona con la fuerza muscular, pueda tener un papel importante.

Un hecho común en los estudios sobre población sana es el constatar la existencia de un pequeño factor de aprendizaje, con un incremento de la distancia caminada en la segunda prueba, que oscila entre el 2% y el 8%.

Los pacientes con alguna limitación funcional crónica para deambular podrían realizar el

examen con los elementos de ayuda que habitualmente usen (bastones, prótesis, etc). En este caso no se deberá relacionar con los valores teóricos de población sana.

Según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (CAMD) con los resultados se puede realizar una clasificación respecto a la capacidad funcional:

- Categoría A: recorridos menores de 350 metros; considerado como mal rendimiento.
- Categoría B: recorridos entre 350 y 450 metros; considerado como rendimiento moderado.
- Categoría C: recorridos entre 450 y 650 metros; considerado como buen rendimiento.
- Categoría D: recorridos mayores de 650 metros; considerado como excelente rendimiento.

1. Enright P, Sherrill D (1998)

- Hombres:  $T6MM = (7,57 \times \text{altura en cm}) - (5,02 \times \text{edad en años}) - (1,76 \times \text{peso en kg}) - 309 \text{ m}$
- Mujeres:  $T6MM = (2,11 \times \text{altura en cm}) - (5,78 \times \text{edad en años}) - (2,29 \times \text{peso en kg}) + 667 \text{ m}$

2. Troosters T, Gosselink R, et al. (1999)

$$T6MM = 218 + (5,14 \times \text{altura en cm} - 532 \times \text{edad en años}) - (1,80 \times \text{peso en kg} + (51,31 \times \text{sexo}))$$

(hombres 1, mujeres 0)

3. Gibbons W, Frutcher N, et al. (2001)

$$T6MM = 686,8 - (2,99 \times \text{edad en años}) - (74,7 \times \text{sexo}) \text{ (hombres 0, mujeres 1)}$$

**Tabla 7.** Ecuaciones de referencia para distancia caminada en 6 minutos.

Existe una relación débil pero significativa entre la distancia recorrida en el T6MM y el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx). Tras la realización de la prueba se puede estimar el  $VO_2$  máx en base a la fórmula propuesta por el CAMD:

$$VO_2\text{máx} = \frac{0,1\text{ml/Kg/min. (Distancia)} + 3.5\text{ml/Kg/min}}{\text{Tiempo}}$$

La interpretación de los resultados será distinta según cuál sea el objetivo de la prueba: evaluar el estado funcional de un paciente o estimar los efectos de una intervención. En el primer caso, se realiza una comparación entre la distancia recorrida y la considerada normal para la mayoría de la población que integra el mismo grupo de edad. En el segundo caso se cotejan los resultados de varias pruebas realizadas al mismo paciente, antes y después de suministrar fármacos o de realizar algún otro procedimiento terapéutico, considerando que existe diferencia clínicamente significativa a partir de 35 m.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Rostagno C, Galanti G, Comeglio M, Boddi V, Olivo G, Gastone Neri Seneri G. Comparison of different methods of functional evaluation in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2000 Sep; 2(3):273-80.
- 2.-Sanchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA, Florez MT, Peña A, Zambudio R. *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física.* Editorial Médica Panamericana, SA 2006; 731-732.
- 3.-Miranda JL. *Rehabilitación Médica.* Grupo Aula Médica 2004; 376-377.
- 4.-Borg GA. Psychophysical bases of perceive exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-381.
- 5.-Arós F, Boraita A, Alegría E, y col. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Rev Esp Cardiol* Vol. 53, Núm. 8, Agosto 2000; 1063-1094.
- 6.-Fletcher G, Baladay G, Amsterdam E. Exercise standars for testing and training. *Circulation* 2001; 104:1694-1740.
- 7.-Lopez J, Montes oca M, Ortega M, Lezama J. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Evaluación de la tolerancia al ejercicio utilizando tres tipos de pruebas de esfuerzo. *Arch Bronconeumol* 2001; 37: 69-74.
- 8.-Haass M1, Zugck C, Kübler W. The 6 minute walking test: a cost-effective alternative to spirometry in patients with chronic heart failure. *Z Kardiol.* 2000 Feb; 89(2):72-80.
- 9.-Mc Gavin CR, Gupta SP, Mchardy GJR. Twelve minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ* 1976; 1: 822-3.
- 10.-Butland RJ a, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two, six-, and 12-minute walking test in respiratory disease. *BMJ* 1982; 284: 1607-8.
- 11.-Gutiérrez M, Beroíza T, Cartagena C, Caviedes I, Céspedes J, Gutiérrez M, Oyarzún M, Palacios S, Schönffeldt P. Prueba de caminata de seis minutos. *Rev Chil Enf Respir* 2009; 25: 15-24.
- 12.-Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R y cols. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002; 20: 564-569.

- 13.-Enright PL, Sherril DL. Reference equations for six minute walking test in healthy adults. *Am J Resp Crit Care Med*, 1998; 158: 1384-1387.
- 14.-Casanova C ,Velasco M, Torres JP. La prueba de la marcha de 6 minutos en las enfermedades respiratorias crónicas. *Medicina Respiratoria* 2011, (41): 57-67.

## **4.- EJERCICIO EN EL CONTEXTO QUIRÚRGICO**

## **4.1.- INTRODUCCIÓN**

La valoración del estado funcional preoperatorio del paciente que va a ser intervenido es uno de los pilares básicos de la Unidad de Prehabilitación. Clásicamente la unidad utilizada para la valoración de la capacidad funcional del paciente es el equivalente metabólico (MET). Ésta es la unidad de expresión de la energía que mejor simula la cantidad de energía que expende un cuerpo al realizar una determinada actividad física y su valor numérico o energético es de 3,5 ml O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> de peso corporal por minuto o su equivalente de 1 Kcal kg<sup>-1</sup> de peso corporal por hora. Sin duda el MET se ha convertido en la medida de descripción de la carga de trabajo realizada en un esfuerzo físico, es decir, la carga de trabajo que puede asumir un paciente; en nuestro caso, previo a la intervención.

En estudios existentes en la bibliografía realizados en pacientes intervenidos de cirugía colorrectal, se demuestra unos METs máximos de 6,1 en hombres (con IMC de 27) y de 5,1 en mujeres (con IMC de 26). Estos resultados sugieren una pobre reserva funcional de los pacientes previa a la cirugía.

Por tanto debemos hacer una selección de los posibles pacientes candidatos a recibir una terapia prehabilitadora. Para ello el test que presenta mejores resultados en la literatura es el test de la marcha de seis minutos.

Este test se ha validado para definir el grado de recuperación tras cirugía de aparato digestivo. Una pobre respuesta al mismo puede identificar a los pacientes con alto riesgo de complicaciones cardiopulmonares. Se ha comprobado que una respuesta de corte en 393 metros tiene una sensibilidad del 74% y una especificidad del 72%. Es decir, bajas distancias en el test se asocian a alta morbilidad y a un aumento de la estancia hospitalaria, independientemente del riesgo cardiopulmonar de los pacientes.

Por otro lado se han identificado factores predictivos de mala respuesta al test de los seis minutos postoperatorio, entre los que cabe señalar la presencia de un gran componente de ansiedad de los pacientes.

Por lo tanto la población diana de los programas de prehabilitación debe ser aquella que presente factores predictivos de mala respuesta a la prueba de los seis minutos.

### **Programas de ejercicio**

Una vez identificada la población de riesgo se deben aplicar programas de ejercicio orientados a la mejora de la capacidad funcional del paciente. La bibliografía es concluyente a la hora de señalar al ejercicio como un factor positivo en la prevención de patología como la enfermedad cardiopulmonar, diabetes, accidente cerebro-vascular, etc... En un estudio publicado en el New England Journal of Medicine, se vio que el incremento de cada MET en la capacidad frente al ejercicio implicaba un incremento del 12% en la supervivencia global.

El ejercicio aumenta la capacidad aeróbica y mejora el IMC. Estos dos parámetros implican una mejoría en la capacidad y en la reserva funcional del paciente, lo que aumenta la tolerancia al esfuerzo logrando así un incremento en la resistencia del paciente a la agresión quirúrgica. Por otro lado disminuye la excesiva respuesta simpática así como la resistencia periférica a la insulina con la consiguiente menor afectación de la respuesta endocrino-metabólica, dos aspectos fundamentales en el periodo postoperatorio. Además, no sólo reduce el tiempo de recuperación, sino que también mejora el tiempo de reparación tisular.

Por otro lado, y no menos importante, el ejercicio mejora el estado de ánimo, reduce la ansiedad y mejora la resistencia al estrés. Es decir el ejercicio promueve la salud cognitiva, siendo un estímulo comparable a la estimulación intelectual.

## **4.2.- EJERCICIO Y SALUD**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía, siendo el ejercicio físico una variedad planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. Un nivel adecuado de actividad física, realizada de forma regular y sistemática, ha demostrado ser una práctica beneficiosa en la prevención, desarrollo y rehabilitación de la salud, teniendo efectos fisiológicos, metabólicos y psicológicos positivos sobre la misma.

La energía necesaria para la actividad física es obtenida de los alimentos de la dieta y nutrientes almacenados mediante diversos procesos metabólicos que tienen lugar principalmente durante el ejercicio. Esta energía puede ser optimizada, mejorando el potencial para rendir mediante el entrenamiento, produciéndose adaptaciones metabólicas y musculares en el organismo que permiten una utilización más eficaz de la energía, mejorando la capacidad para la actividad física.

### **4.3.- ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL EJERCICIO**

Debidos al entrenamiento se producen cambios metabólicos, musculares y cardiovasculares, entre otros.

Básicamente el entrenamiento aeróbico mejora el flujo de sangre central y periférica y aumenta la capacidad de las fibras musculares para generar mayores cantidades de ATP. Con el entrenamiento anaeróbico se consigue una mayor fuerza muscular y una mayor tolerancia a los desequilibrios acido-básicos durante la realización de ejercicios altamente intensos.

#### **4.3.1.-ADAPTACIONES MUSCULARES**

El uso repetido de las fibras musculares estimula la producción de cambios en su estructura y función:

##### -TIPO DE FIBRA MUSCULAR

Existen dos tipos principales de fibras musculares, las fibras ST, responsables de la contracción lenta y de elevada resistencia aeróbica, y las fibras FT, de contracción rápida y de pobre resistencia aeróbica, mejor adaptadas a rendir anaeróbicamente.

En respuesta al entrenamiento aeróbico las fibras ST se hacen desde un 7% hasta un 22% más grandes que las correspondientes fibras FT, aunque el tamaño de las fibras musculares en los deportistas de resistencia parece tener escasa relación con la capacidad o el rendimiento aeróbico, siendo más importante en aquellas pruebas que exigen gran potencia o fuerza.

La mayoría de los estudios han demostrado que el entrenamiento de resistencia no cambia el porcentaje de fibras ST y FT.

#### -APORTE CAPILAR

El entrenamiento aeróbico incrementa el número de capilares por fibra muscular y para una sección transversal determinada. Con periodos largos de entrenamiento de resistencia el número de capilares ha demostrado aumentar hasta un 15%. Ambos cambios mejoran la perfusión de la sangre en los músculos, aumentando el intercambio de gases, desechos y nutrientes entre la sangre y las fibras musculares activas. Esto mantiene un ambiente apto para la producción de energía y para que tengan lugar contracciones repetidas. **En las primeras semanas o meses de entrenamiento se producen sustanciales incrementos en el número de capilares musculares.**

#### -CONTENIDO DE MIOGLOBINA

Cuando el oxígeno entra en las fibras musculares se combina con la mioglobina. Ésta actúa como reserva de oxígeno, liberándolo en las mitocondrias cuando escasea durante la acción muscular. Esta reserva de oxígeno es usada durante la transición del estado de reposo al de ejercicio, proporcionando oxígeno a las mitocondrias durante la demora entre el inicio del ejercicio y la incrementada liberación cardiovascular de oxígeno.

El entrenamiento aeróbico ha demostrado incrementar el contenido muscular de mioglobina entre un 75% y un 80%.

### -FUNCIÓN MITOCONDRIAL

La producción de energía aeróbica se lleva a cabo en las mitocondrias. El entrenamiento aeróbico induce cambios en la función mitocondrial, aumentando su tamaño, número y eficacia proporcionando así un metabolismo oxidativo mucho más eficaz, mejorando la capacidad de las fibras musculares para producir ATP.

### -ENZIMAS OXIDATIVAS

El entrenamiento aeróbico aumenta la actividad de las enzimas oxidativas mitocondriales, lo que se traduce en un incremento en la eficacia mitocondrial. Por lo tanto, como consecuencia del entrenamiento, un ejercicio a una intensidad dada provoca un menor trastorno de la homeostasis. Este aumento enzimático es muy probable que mejore la capacidad para mantener una mayor intensidad durante el ejercicio, lo que se relaciona con el incremento del **umbral de lactato**.

El entrenamiento aumenta el umbral de lactato. Después del entrenamiento podemos rendir a ritmos de esfuerzo más elevados y a un ritmo absoluto de consumo de oxígeno más alto sin elevación del lactato en sangre por encima de los valores en reposo.

Las concentraciones de lactato en sangre en cada nivel de una prueba de esfuerzo progresiva por encima del umbral del lactato son menores después del entrenamiento de resistencia.

El resultado neto es una menor producción de lactato para la misma intensidad de esfuerzo.

Este aumento de actividad enzimático coincide inicialmente con la mejora en el consumo máximo de oxígeno del cuerpo, pero aunque esta actividad enzimática continúa elevándose a lo largo del periodo de entrenamiento, llega un momento, alrededor de los cinco meses tras el inicio del mismo, en el que los cambios en el consumo máximo de oxígeno del cuerpo son escasos, por lo

que se cree que estas restricciones pueden estar más influidas por las limitaciones del sistema circulatorio para el transporte de oxígeno que por el potencial oxidativo de los músculos.

#### **4.3.2.-ADAPTACIONES QUE AFECTAN LAS FUENTES ENERGÉTICAS**

El organismo, tras el entrenamiento aeróbico, sufre modificaciones en la manera de metabolizar los hidratos de carbono y las grasas para obtener energía.

Respecto a los hidratos de carbono, los músculos entrenados acumulan cantidades considerablemente mayores de glucógeno que los músculos no entrenados, lo que permite que se toleren mejor las demandas posteriores del entrenamiento.

Por otro lado, los músculos cuya capacidad de resistencia ha sido entrenada contienen una cantidad sustancialmente mayor de grasa, almacenada como triglicéridos. Por ejemplo, el contenido muscular de triglicéridos se multiplica por un factor de 1,8 después de 8 semanas de carreras de resistencia. Además, la actividad de muchas enzimas musculares responsables de la betaoxidación de las grasas se incrementa con el entrenamiento, lo que capacita al músculo a metabolizar grasas más eficientemente.

Estos cambios en el sistema de energía aeróbica muscular dan como resultado una mayor capacidad para producir energía, con un desplazamiento hacia una mayor dependencia de las grasas para la producción de ATP. La mejor capacidad de los músculos entrenados en cuanto a resistencia para utilizar grasas se debe a la mayor capacidad para oxidarlas. En actividades que duran varias horas, estas adaptaciones previenen el agotamiento prematuro de glucógeno muscular y aseguran, por lo tanto, un suministro continuado de ATP. Todo esto permite usar el glucógeno muscular y hepático a un ritmo más lento. Como resultado, la capacidad de resistencia mejora.

#### **4.3.3.-ADAPTACIONES CARDIORRESPIRATORIAS**

Un adecuado acondicionamiento cardiovascular debe ser la base de cualquier programa de acondicionamiento general de cualquier deportista.

La **resistencia cardiorrespiratoria** es la capacidad del cuerpo para sostener ejercicios prolongados. Mientras que la resistencia muscular hace referencia a la capacidad de los músculos individuales, la resistencia cardiorrespiratoria guarda relación con el cuerpo como un todo. Nuestra resistencia cardiorrespiratoria está muy relacionada con el desarrollo de nuestros sistemas cardiovascular y respiratorio y, por lo tanto, con nuestro desarrollo aeróbico.

Para evaluar los efectos del entrenamiento sobre la resistencia podemos usar el **VO2 máx.**, que es la cantidad máxima de oxígeno que un organismo puede metabolizar por unidad de tiempo. Si incrementamos la intensidad de nuestro ejercicio más allá del punto en que se alcanza el VO2 máx., nuestro consumo de oxígeno se estabilizará o se reducirá ligeramente. Alcanzar esta estabilización en el consumo de oxígeno significa que el final del ejercicio está cerca porque ya no podemos suministrar oxígeno con la rapidez necesaria para satisfacer las necesidades de nuestros músculos. Por lo tanto, este límite, el VO2 máx., dicta la intensidad del esfuerzo o el ritmo que podemos sostener. Podemos seguir haciendo ejercicio durante un corto tiempo después de alcanzar el VO2 máx. movilizand o nuestras reservas anaeróbicas, pero éstas tienen también una capacidad finita. Con el entrenamiento de la resistencia puede suministrarse y consumirse más oxígeno que en un estado no entrenado. Sujetos previamente no entrenados muestran incrementos medios del VO2 máx. del 20% o más después de un programa de entrenamiento.

Otro aspecto útil es el **sistema de transporte de oxígeno**. El transporte y suministro de oxígeno son funciones importantes compartidas por nuestros sistemas cardiovascular y respiratorio. La totalidad de los componentes de estos dos sistemas reciben colectivamente la denominación de **sistema de transporte de oxígeno**. El funcionamiento del sistema de transporte de oxígeno se define por la interacción del gasto cardíaco y por la diferencia arteriovenosa de oxígeno. El gasto cardíaco (volumen sistólico x frecuencia cardíaca) nos dice cuánta sangre con oxígeno abandona el corazón por minuto. La diferencia arteriovenosa de oxígeno, que es la diferencia entre el contenido de oxígeno de la sangre arterial y el de la sangre venosa, nos dice cuánto oxígeno es extraído por los tejidos. Naturalmente, la demanda de oxígeno de los tejidos activos aumenta durante el ejercicio.

Nuestra resistencia depende de la capacidad de nuestro sistema de transporte de oxígeno para llevar suficiente oxígeno a estos tejidos activos para satisfacer las incrementadas demandas. El entrenamiento de la resistencia produce numerosos cambios en los componentes del sistema de transporte de oxígeno que le permiten funcionar más eficazmente.

#### **4.3.3.1.-Adaptaciones cardiovasculares**

Como respuesta al entrenamiento se producen numerosas adaptaciones cardiovasculares en los siguientes parámetros:

##### *TAMAÑO DEL CORAZÓN*

En respuesta a la mayor demanda de esfuerzo, el peso y el volumen del corazón y el grosor de la pared del ventrículo izquierdo, así como el tamaño de la cámara, aumentan. La hipertrofia cardíaca está reconocida ahora como una adaptación normal al entrenamiento crónico de la resistencia, produciéndose cambios mayores en respuesta al ejercicio aeróbico que anaeróbico. Diversos estudios han encontrado una fuerte correlación entre la masa ventricular izquierda y el VO<sub>2</sub> máx., y por lo tanto, la resistencia cardiorrespiratoria.

##### *VOLUMEN SISTÓLICO*

El volumen sistólico en reposo es sustancialmente más alto después de un programa de entrenamiento de resistencia que antes del mismo.

El volumen de plasma sanguíneo aumenta con el entrenamiento, lo que significa que hay más sangre disponible para entrar en el ventrículo, produciendo un incremento en el volumen diastólico final por aumento de la precarga. La entrada de una mayor cantidad de sangre en el ventrículo incrementa el estiramiento de las paredes ventriculares y, por la ley de Frank-Starling un retroceso más elástico.

Además, como se ha dicho anteriormente, el ventrículo izquierdo se hipertrofia con el entrenamiento y, una masa ventricular mayor puede producir una contracción más enérgica. Esta mayor contractilidad hará que el volumen sistólico final se reduzca, quedando menos sangre en el ventrículo izquierdo después de la sístole.

En consecuencia, esta mayor contractilidad, junto con el mayor retroceso elástico resultante del mayor llenado diastólico, incrementan la fracción de eyección en el corazón entrenado. Entra más sangre en el ventrículo izquierdo, y un mayor porcentaje de lo que entra es expulsado con cada contracción, por lo que el volumen sistólico se incrementa.

### *FRECUENCIA CARDIACA*

La frecuencia cardíaca, en reposo y durante el ejercicio, es un buen índice de la intensidad con la que está trabajando el corazón.

- **FRECUENCIA CARDIACA EN REPOSO**

La frecuencia cardíaca en reposo se reduce notablemente como consecuencia del entrenamiento de resistencia. Si somos una persona sedentaria con una frecuencia cardíaca inicial en reposo de 80 latidos/min, esta frecuencia cardíaca se reducirá aproximadamente en una pulsación por minuto cada semana durante las primeras semanas de entrenamiento. El entrenamiento parece incrementar la actividad parasimpática en el corazón, reduciendo al mismo tiempo la actividad simpática.

Sin embargo, no todos los estudios de investigación han obtenido en sus resultados que la frecuencia cardíaca en reposo descienda espectacularmente con el entrenamiento aeróbico de fondo.

- **FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA Y SUBMÁXIMA**

Después del entrenamiento de fondo, la frecuencia cardíaca submáxima siempre se reduce cuando se hace ejercicio al mismo ritmo de trabajo, por lo general, unos 10 o 20 latidos/min o más.

La frecuencia cardíaca durante el ejercicio submáximo, por tanto disminuye. Sin embargo, la frecuencia cardíaca máxima permanece invariable o se reduce levemente con el entrenamiento. Estas reacciones indican que el corazón se hace más eficaz durante el entrenamiento. Un corazón condicionado realiza un esfuerzo menor que otro no condicionado.

Con el entrenamiento anaeróbico las reducciones de la frecuencia cardíaca que se han detectado son mucho menores que las reducciones típicas obtenidas en el entrenamiento aeróbico.

### *GASTO CARDIACO*

El gasto cardíaco no cambia mucho después del entrenamiento de resistencia. Para ejercicios del mismo ritmo metabólico submáximo, el gasto cardíaco puede disminuir levemente. No obstante, el gasto cardíaco aumenta considerablemente a ritmos máximos de esfuerzo. Ello es el resultado principalmente del incremento del volumen sistólico máximo porque la frecuencia cardíaca máxima cambia poco o nada.

### *FLUJO SANGUINEO*

Los músculos activos necesitan mucho más oxígeno y nutrientes. Cuando los músculos están mejor entrenados, el sistema cardiovascular se adapta para incrementar el flujo sanguíneo a los mismos. Los factores responsables de este incremento en el aporte de sangre a los músculos después del entrenamiento son:

- Mayor capilarización de los músculos entrenados
- Mayor abertura de los capilares existentes en los músculos entrenados
- Una más efectiva redistribución de la sangre
- Incremento del volumen sanguíneo

Para permitir un mayor flujo sanguíneo, en los músculos entrenados se desarrollan nuevos capilares. Ello permite que la sangre se difunda más plenamente por los tejidos. Este aumento de la

capilaridad se expresa generalmente como un incremento del número de capilares por fibra muscular, o como la **proporción entre capilares y fibras**.

Los capilares existentes en los músculos entrenados pueden abrirse más, lo cual incrementa el flujo sanguíneo a través de los capilares y hacia los músculos. Puesto que el entrenamiento también aumenta el volumen sanguíneo, esta adaptación se logra fácilmente puesto que hay más sangre presente en el sistema, por lo que desviar una mayor cantidad hacia los capilares no comprometerá gravemente el retorno venoso.

El flujo sanguíneo hacia los músculos activos puede aumentar también por una más efectiva redistribución del gasto cardiaco. El flujo sanguíneo es dirigido hacia la musculatura activa y alejado de áreas que no precisan un gran flujo. Además, el entrenamiento proporciona un mayor tono venoso, lo que hace que la sangre no distienda tan fácilmente las venas, por lo que se acumula menos sangre en el sistema venoso, incrementándose con ello la cantidad de sangre arterial disponible para los músculos activos.

Finalmente, aumenta el volumen total de sangre del cuerpo, lo cual aporta más sangre para cubrir las múltiples demandas del cuerpo durante las actividades de fondo.

### *TENSIÓN ARTERIAL*

La tensión arterial cambia muy poco durante la realización de ejercicios submáximos estandarizados o a ritmos de esfuerzo máximos. Pero la tensión arterial en reposo de las personas que son moderadamente hipertensas o que se hallan al límite de la hipertensión antes del entrenamiento suele descender. Esta reducción se produce tanto en la TA Sistólica como en la TA Diastólica. Las reducciones son de promedio de 10 mmHg para la TAS y de 8 mmHg para la TAD. Los mecanismos que subyacen en esta reducción no se conocen.

### *VOLUMEN SANGUÍNEO*

El entrenamiento incrementa el volumen sanguíneo. Este efecto es mayor cuanto más intenso es el nivel de entrenamiento. El aumento es consecuencia de un gran incremento en el volumen plasmático y un incremento más discreto del número de hematíes, lo que en consecuencia produce una disminución relativa del hematocrito. El gran aumento del volumen de plasma se produce principalmente por mayor liberación de ADH y aldosterona y por el aumento de la cantidad de proteínas en el plasma, particularmente la albúmina.

#### **4.3.3.2.-Adaptaciones respiratorias**

Al igual que con el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio experimenta adaptaciones específicas al entrenamiento para maximizar su eficacia.

##### *VOLUMEN PULMONAR*

En general, el volumen y la capacidad de los pulmones cambian poco con el entrenamiento. La mayoría de los volúmenes pulmonares estáticos permanecen esencialmente invariables y, el volumen oscilante, aunque invariable en reposo y durante el ejercicio submáximo, aumenta con el esfuerzo máximo.

##### *FRECUENCIA RESPIRATORIA*

La frecuencia respiratoria permanece estable en reposo, puede reducirse levemente con ejercicios submáximos y aumenta considerablemente con ejercicios máximos después del entrenamiento

##### *VENTILACIÓN PULMONAR*

La ventilación pulmonar máxima aumenta sustancialmente. Los principales factores que pueden ser responsables del incremento son el mayor volumen oscilante y la mayor frecuencia respiratoria en el ejercicio máximo.

No obstante, la ventilación no se considera un factor limitante del rendimiento en los ejercicios de resistencia.

### *DIFUSIÓN PULMONAR*

La difusión pulmonar no varía en reposo ni durante la realización de ejercicios submáximos después del entrenamiento. No obstante, aumenta durante la realización de ejercicios máximos. El flujo de sangre pulmonar parece aumentar tras el entrenamiento. Ello incrementa la perfusión pulmonar. El resultado neto es que, a ritmos de esfuerzo máximo, la difusión pulmonar aumenta.

### *DIFERENCIA ARTERIOVENOSA DE OXÍGENO*

El contenido de oxígeno en la sangre arterial cambia muy poco con el entrenamiento. La diferencia arteriovenosa de oxígeno, no obstante, aumenta con el entrenamiento, especialmente con niveles máximos de ejercicios. Este incremento es la consecuencia de un menor contenido de oxígeno venoso mezclado. Ello refleja una mayor extracción de oxígeno al nivel de los tejidos y una distribución más efectiva del volumen sanguíneo total.

En resumen, el aparato respiratorio tiene una gran habilidad para llevar cantidades adecuadas de oxígeno al interior del cuerpo. Por esta razón, el sistema respiratorio casi nunca es un limitador de los resultados relativos a la capacidad de resistencia. Es por ello que las adaptaciones al entrenamiento más importantes observadas en el aparato respiratorio se manifiesten con claridad durante la realización de ejercicios máximos cuando todos los sistemas están siendo forzados al máximo.

## **4.4.- CÓMO OPTIMIZAR LOS BENEFICIOS AERÓBICOS DEL ENTRENAMIENTO**

Según el volumen y la intensidad del entrenamiento:

### **Volumen**

Las mejores adaptaciones se logran cuando se realiza una intensidad óptima de esfuerzo en cada sesión de entrenamiento y a lo largo de un periodo dado de tiempo.

La medida en que mejora nuestra capacidad aeróbica viene determinada, en parte, por cuantas calorías consumimos durante cada sesión de entrenamiento y por cuanto esfuerzo llevamos a cabo durante un periodo de semanas.

El volumen de la mejora obtenible con el entrenamiento parece tener un límite superior. Más allá de este nivel de entrenamiento no se obtienen ganancias adicionales en la resistencia.

### **Intensidad**

La intensidad es también un factor crítico para la mejora del rendimiento. Las adaptaciones son específicas para la velocidad y la duración de las series de entrenamiento, por lo que quienes necesitan conseguir alta intensidad deben entrenarse a intensidades más altas.

Un tipo de entrenamiento de velocidad de alta intensidad sería el entrenamiento interválico, el cual conlleva series repetidas de práctica de alta intensidad separadas por breves periodos de recuperación. Este entrenamiento, aunque tradicionalmente considerado como anaeróbico, genera beneficios aeróbicos porque el periodo de reposo es tan breve que la plena recuperación no se puede producir, por lo que el sistema aeróbico es sometido a tensión. Los beneficios aeróbicos del entrenamiento interválico y del entrenamiento continuo de alta intensidad parecen ser aproximadamente los mismos.

## **4.5.- EL EJERCICIO EN UN PROGRAMA DE PREHABILITACION**

Existen varios factores de riesgo en el desarrollo de complicaciones postquirúrgicas, algunos de ellos inherentes al paciente y no modificables (edad, grado ASA...), la magnitud de la cirugía en sí y el estado funcional y psicológico del paciente, entre otros.

El status físico del individuo previo a una intervención quirúrgica es un factor implicado con una fuerza mayor en el desarrollo o no de complicaciones postoperatorias, siendo además un factor modificable gracias al entrenamiento.

El objetivo del entrenamiento físico previo a la cirugía es preparar al paciente para el estrés que supone la intervención, intentando que éste la afronte de la manera más eficaz posible, con el fin de mejorar la recuperación del daño quirúrgico y reducir así las complicaciones postoperatorias y por ende la estancia hospitalaria. Con el entrenamiento se produce la mejora de la tolerancia al esfuerzo, aumentando así la resistencia del paciente a la agresión quirúrgica, se mejora también el IMC, se produce una disminución de la resistencia periférica a la insulina consiguiendo así una menor afectación de la respuesta endocrino-metabólica y se mejora el tiempo de reparación tisular, todo ello de vital importancia en el postoperatorio. Además, el ejercicio mejora el estado de ánimo, reduce la ansiedad y mejora la resistencia al estrés.

El acondicionamiento físico durante el periodo preoperatorio constituye un pilar esencial de todo programa de Prehabilitación. Como ya se ha explicado en capítulos anteriores, para intervenir en el estado funcional de un paciente resulta fundamental conocer su estado funcional previo para lo que se lleva a cabo el test de la marcha de los seis minutos. Con los resultados obtenidos, se clasifica a los pacientes en grados de capacidad funcional, pautándose un plan de ejercicios cuya intensidad se fijará en base al grado obtenido.

El plan de ejercicios incluirá el entrenamiento de la resistencia aeróbica, ejercicios respiratorios, ejercicios de flexibilidad y ejercicios para entrenar la fuerza muscular. Se llevarán a cabo durante un periodo de cuatro-cinco semanas, tras el cual se repetirá el test de los seis minutos permitiendo comparar el estado funcional previo y posterior al entrenamiento.

La mayor parte de la mejoría obtenida con un programa de entrenamiento se observa durante las primeras 4 semanas (Green y Col.). Como ejercicio submáximo que es el test de los seis minutos, dispondremos de las variables fisiológicas que sufrirán modificaciones con ejercicios de dicha intensidad (frecuencia cardíaca, respiratoria, etc., citadas anteriormente) para realizar comparaciones, además de la propia distancia.

Los cambios más fácilmente apreciables son el aumento de la capacidad para realizar un ejercicio submáximo prolongado y un incremento de la capacidad aeróbica máxima, lo que se

traduce en un aumento de la distancia recorrida. Existen grandes variaciones interindividuales en el grado de mejoría de la resistencia submáxima, influyendo el estado de forma física previo al comienzo del entrenamiento ya que las personas que ya poseían un nivel alto de forma física mostrarán un cambio menor en la potencia aeróbica que los que han llevado una vida sedentaria. También parece haber un límite superior a la mejoría en la potencia aeróbica que puede conseguirse como consecuencia del entrenamiento, no siendo del todo conocidos los factores que regulan este “límite superior”.

Por último, no hay que olvidar que al examinar los efectos del entrenamiento, debemos tener siempre en cuenta que las diferencias individuales producen variaciones en las respuestas de los sujetos al programa de entrenamiento. Incluso con programas idénticos, no todo el mundo responderá de la misma manera. La genética es responsable de una gran parte de la variación en la respuesta.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Ahmaidi S, et al. Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28:450, 1996
- 2.-Bahr R. Effects of supramaximal exercise on excess postexercise oxygen consumption. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24:66, 1992.
- 3.-Ball D et al. The acute reversal of diet induced metabolic acidosis does not restore endurance capacity during high-intensity exercise in man. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 73:105, 1996.
- 4.-Barstow TJ. Characterization of VO<sub>2</sub> kinetics during heavy exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26:1327, 1994.
- 5.-Bogandis GC, et al. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J. Appl. Physiol.*, 80:876, 1996.
- 6.-Coggan AR, et al. Endurance training decreases plasma glucose turnover and oxidation during moderate-intensity exercise. *J. Appl. Physiol.*, 68:990, 1990.
- 7.-Falk B, et al. Blood lactate concentration following exercise: effects of heat exposure and of active recovery in heat-acclimatized subjects. *Int. J. Sports Med.*, 16:7, 1995
- 8.-Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic basis of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16:29, 1984.
- 9.-Gladden LB. Lactate uptake by skeletal muscle. In: *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol. 17. Pandolf, K.B., (ed.) Baltimore: Williams & Wilkins, 1989.
- 10.-Grassi B, et al. Faster adjustment of O<sub>2</sub> delivery does not affect VO<sub>2</sub> kinetics in isolated in situ canine muscle. *J. Appl. Physiol.*, 85:1394, 1998.
- 11.-Greehnaff PL, Timmons JA. Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 26:1, 1998.
- 12.-Hargreaves M. Interactions between muscle glycogen and blood glucose during exercise. *Exerc. Sport Sci. Revs.*, 25:21, 1997.
- 13.-Hebestreit H, et al. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise in boys and men. *J. Appl. Physiol.*, 85:1833, 1998.

- 14.-Hochachka PW. *Muscles as Molecular and Metabolic Machines*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1994.
- 15.-Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance training and their metabolic consequences. *J. Appl. Physiol.*, 56:831, 1984.
- 16.-Jacobs I. Blood lactate: Implications for training and sports performance. *Sports Med.*, 3:10, 1986.
- 17.-Katz A, Sahlin K. Role of regulation of glycolysis and lactate production in human skeletal muscle. In: *Exercise and Sports Sciences Reviews*. Vol. 18.
- 18.-Pandolf KB, Holloszy JO. (eds.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1990.
- 19.-Koike A, et al. Oxygen uptake kinetics are determined by cardiac function at onset of exercise rather than peak exercise in patients with prior myocardial infarction. *Circulation*, 90:2324, 1994.
- 20.-MacRae HS, et al. Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise. *J. Appl. Physiol.*, 72:1649, 1992.
- 21.-McCann DJ, et al. Phosphocreatine kinetics in humans during exercise and recovery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27:378, 1995.
- 22.-Minotti JR, et al. Training-induced skeletal muscle adaptations are independent of systemic adaptations. *J. Appl. Physiol.*, 68:289, 1990.
- 23.-Poolen DC. VO<sub>2</sub> slow component: physiological and functional significance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26:1354, 1994.
- 24.-Quinn TJ, et al. Postexercise oxygen consumption in trained females: effect of exercise duration. *Med Sci Sports Exerc.* 26:908, 1994.
- 25.-Short KR, Sedlock DA. Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *J. Appl. Physiol.*, 83:153, 1997.
- 26.-Stainsby WN, Brooks GA. Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. In: *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol 18. Pandolf, K.B., (ed.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1990.

- 27.-Starritt EC, et al. Effect of short-term training on mitochondrial ATP production rate in human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.*, 86:450, 1990.
- 28.-Trump ME, et al. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. *J. Appl. Physiol.*, 80:1574, 1996.
- 29.-Tschakovsky ME, Hughson RI. Interaction of factors determining oxygen uptake at the onset of exercise. *J. Appl. Physiol.*, 86:1101, 1999.
- 30.-Weltman A. The Blood Lactate Response to Exercise. *Current Issues in Exercise Science. Monograph Number 4.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.
- 31.-Whipp BJ. The slow component of O<sub>2</sub> uptake kinetics during heavy exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26:1319, 1994.
- 32.-Wilbur RL, et al. Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29:1090, 1997.
- 33.-Wyatt FB. Comparison of lactate and ventilatory threshold to maximal oxygen consumption: A meta-analysis. *J. Strength Cond. res.*,13:67, 1999.

## **5.- NUTRICIÓN EN EL PACIENTE QUIRÚRGICO**

## **5.1.- INTRODUCCIÓN**

Como ya se ha comentado previamente, los estudios iniciales que incluían pacientes sometidos a prehabilitación con programas de ejercicio intenso, demostraron que estos pacientes no toleraban el esfuerzo y no recuperaban metabólicamente lo que habían gastado.

Aparecieron nuevos estudios en los que se incluyeron terapias nutricionales tras los programas de ejercicio y los resultados comenzaron a ser concluyentes. Aquellos pacientes sometidos a esta nueva prehabilitación mejoraban las respuestas a la prueba de los seis minutos perioperatorias.

Por tanto cualquier modelo de prehabilitación que se desarrolle debe incluir necesariamente terapia nutricional, con el objetivo de recuperar metabólicamente el gasto que puedan causar los programas de ejercicio.

En este sentido se ha visto que los suplementos proteicos son el complemento nutricional ideal para la recuperación del esfuerzo ya que poseen una rápida digestión, son ricos en aminoácidos esenciales, y entre otras, tienen reconocidas propiedades antiinflamatorias.

La evaluación del estado nutricional es una valoración encaminada a detectar los sujetos malnutridos o que se encuentran en riesgo nutricional con el fin de llevar a cabo un plan adecuado y evitar las complicaciones.

Los pacientes desnutridos sufren mayor morbilidad después de una cirugía mayor, por ello aunque el uso rutinario de suplementos alimenticios no esté plenamente justificado, su uso debe ser valorado en pacientes de alto riesgo.

Los componentes que deben formar parte de la valoración nutricional son la historia clínica, la evaluación de la composición corporal, análisis de la ingesta dietética, indicadores bioquímicos e inmunológicos, y cuestionarios de valoración global subjetiva del riesgo.

Entre los parámetros analíticos más habituales a determinar se incluyen las proteínas viscerales (albúmina, prealbúmina y transferrina) como medición indirecta de la masa proteica corporal, el número total de linfocitos para evaluar la capacidad de respuesta inmunitaria y el colesterol por ser un marcador que predice la mortalidad en ancianos.

Se recomienda con un alto nivel de evidencia aportar nutrición preoperatoria especial en pacientes desnutridos o en riesgo de desnutrición, definido por una pérdida de peso  $\geq 10\%$  en seis meses o  $5\%$  en un mes, un IMC  $< 18$ , un grado C en la valoración global subjetiva o cifras de albúmina sérica por debajo de  $30\text{g/l}$  (con evidencia de disfunción hepática o renal). Debe realizarse soporte nutricional preoperatorio en estos pacientes durante 10-14 días antes de la cirugía.

En pacientes no desnutridos, debe iniciarse soporte nutricional si es previsible un periodo de ayuno preoperatorio superior a 7 días o si la ingesta de nutrientes es menor del  $60\%$  de los requerimientos nutricionales durante más de 10 días.

### **5.1.1.- DESNUTRICIÓN**

La desnutrición es una complicación frecuente en los pacientes oncológicos. Un  $40\text{-}80\%$  de los pacientes con neoplasia desarrollan durante el curso de la enfermedad algún grado de desnutrición, lo que influye en el aumento de la morbi-mortalidad y en la disminución de la calidad de vida. La prevalencia de desnutrición es de un  $15\text{-}20\%$  en el momento del diagnóstico y hasta de un  $80\text{-}90\%$  en los casos de enfermedad avanzada.

En los pacientes con neoplasia digestiva resecable se ha objetivado desnutrición en el  $52,4\%$  de los casos. La localización y extensión del tumor están implicadas en el deterioro nutricional, siendo el tumor gástrico el que más desnutrición provoca. Así, los tumores gástricos y pancreáticos ocasionan un deterioro rápido y progresivo, presente ya en numerosas ocasiones al diagnóstico ( $80\text{-}85\%$ ), mientras que en los pacientes con cáncer de colon la prevalencia de desnutrición es menor ( $45\text{-}60\%$ ).

La desnutrición presenta un papel fundamental en la aparición complicaciones postoperatorias, dañando los mecanismos de respuesta inmune y modificando la respuesta inflamatoria del organismo. Como consecuencia de ello, se produce un defectuoso proceso de regeneración y síntesis de tejido así como una defectuosa lucha contra las infecciones que originarán estancias hospitalarias más largas, mortalidad y costes más elevados, así como una peor calidad de vida para el paciente. También las vías de tratamiento se pueden ver afectadas por la desnutrición al alterarse sus características farmacocinéticas.

La práctica asistencial debería incluir la intervención nutricional. Toda intervención nutricional debe empezar por una valoración nutricional apropiada al paciente. Su objetivo fundamental es identificar a los pacientes con desnutrición o con riesgo elevado de complicaciones nutricionales motivadas por su propia enfermedad o por los tratamientos aplicados (cirugía, quimioterapia, radioterapia). La valoración nutricional inicial ayuda a discriminar qué pacientes se beneficiarían de terapia nutricional.

En los últimos años los estudios se han centrado en la búsqueda de estrategias terapéuticas que permitan modificar la respuesta metabólica a la agresión. Estas estrategias consisten en la administración preoperatoria y postoperatoria de dietas enriquecidas con sustancias de diversa naturaleza que se han incluido en el grupo de inmunonutrientes, fortaleciendo así el sistema inmune y protegiendo contra la excesiva reacción inflamatoria postquirúrgica.

Estas sustancias inmunomoduladoras son la L-arginina, que ha demostrado mejorar la cicatrización de las heridas y la respuesta inmune; los ácidos grasos omega-3 que mejoran la respuesta inflamatoria e inmune; los nucleótidos que mantienen el tropismo intestinal y favorecen la respuesta inmune; vitaminas E, C, B-caroteno y el mineral Zinc que son potentes antioxidantes y estimulantes de la cicatrización. Además, la combinación de dos o más inmunonutrientes ha mostrado una mejora de las defensas inmunes así como una mayor extensión de las mismas que cuando son administrados dichos inmunonutrientes sin combinar.

La European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) considera en sus guías que el soporte enteral con sustancias inmunomoduladores en el perioperatorio es el método terapéutico de elección. Recomienda administrarlas independientemente del riesgo nutricional y, siempre que sea posible, 5-7 días antes de la cirugía, continuado en el posoperatorio otros 5-7 días tras una cirugía sin complicaciones. Sin embargo en un meta-análisis de Cerantola Y. et al. no se llega a la conclusión sobre si los pacientes desnutridos o no desnutridos se beneficiarían más de la inmunonutrición, siendo objeto de discusión su indicación.

Otros estudios aseguran que las dietas enterales suplementadas con nutrientes específicos mejoraron significativamente el resultado a corto plazo en pacientes con cáncer sometidos a cirugía electiva gastrointestinal (incremento de la respuesta inmune del huésped, modulación de la respuesta inflamatoria y mejora de la síntesis de proteínas después de la cirugía). También se han observado resultados prometedores pero no concluyentes en la cirugía no gastrointestinal, especialmente en la de cabeza y cuello y cardíaca, pero se requieren estudios más grandes antes de recomendar inmunonutrición como una práctica de rutina.

## **5.2.- EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL**

Existen múltiples tipos de valoraciones nutricionales sin llegar a un consenso sobre cuál es la más idónea.

La Valoración Global Subjetiva (VGS) impulsada en los años 80 por Detsky desde el Hospital General de Toronto evalúa el estado nutricional mediante un análisis de la historia clínica y la exploración física del paciente. La VGS es una herramienta de fácil y rápida aplicación, reproducible y de bajo coste, y que aún siendo subjetiva tiene un alto grado de especificidad y sensibilidad. La versión inicial ha sido modificada posteriormente por otros autores con la finalidad de simplificar el método, cuantificarlo o adaptarlo a una patología concreta, como es el caso del paciente con cáncer.

La modificación realizada por Ottery en el Fox Chase Cancer Center dio lugar a la VGS-GP. La VGS-GP introduce información adicional sobre síntomas característicos del paciente oncológico que influyen en la pérdida de peso. Este sistema de valoración ha sido aceptado y recomendado por diversas sociedades de oncología y nutrición, como la American Dietetic Assotiation en su documento The Clinical Guide to Oncology Nutrition y en nuestro país, con algunas modificaciones, por la SENBA (Sociedad Española de Nutrición Básica y Aplicada) en el documento de Intervención Nutricional en el Paciente Oncológico Adulto. Los distintos parámetros evaluados se clasifican según el grado de afectación en leve (A), moderada (B) o severa (C). Los resultados se transfieren a una tabla de valoración global (Anexos nutrición-2). Al final del proceso tendremos 12 evaluaciones parciales y la valoración global será la que predomine de las tres columnas. Esto permite clasificar al paciente desde el punto de vista nutricional en tres grupos:

A: Paciente con un adecuado estado nutricional.

B: Paciente con sospecha de desnutrición o desnutrición moderada.

C: Paciente con desnutrición severa

Por otro lado, la ESPEN en 2002 publicó la última Guidelines for Nutritional Risk Screening basada en cuatro principios para detectar pacientes en riesgo nutricional:

1.-ESTADO ACTUAL: Con la talla y el peso obtenemos el índice de masa corporal. Por debajo de 18,5 lo consideraremos desnutrición. En pacientes que no se pudiera obtener talla o altura por estar gravemente enfermos, una medición útil puede ser la circunferencia media del brazo, medido con una cinta alrededor de la mitad superior del brazo entre el acromion y el olecranon. Esta medida puede ser relacionada con las tablas de percentiles de la población en función de sexo y edad. Esta medición puede ser menos útil en adolescentes, en niños en crecimiento y en ancianos.

2.-ESTABILIDAD PESO: Considerar una historia de pérdida reciente de peso. Una pérdida de más del 5% de su peso debe ser considerada como significativa. Este hecho puede revelar una situación de desnutrición no descubierta (ej. obesos).

3.-EMPEORAMIENTO NUTRICION: Se debe preguntar al paciente si ha disminuido su ingesta alimenticia. Si es así, preguntar desde cuándo y cuánto ha dejado de ingerir. Si su ingesta es menor que sus requerimientos, preveremos una pérdida de peso.

4.-ENFERMEDAD CONCOMINANTE: Según el tipo de enfermedad concomitante se verán aumentados los requerimientos metabólicos con una mayor y rápida pérdida de peso (tumores gastrointestinales, sepsis, politraumatismos).

A partir de las respuestas obtenidas en estos cuatro ítems, obtendremos un score total que nos reflejará el estado nutricional del paciente (Anexos nutrición-1).

En resumen, la ESPEN recomienda el uso de esta guía para el screening del Nutritional Risk Score (NRS) y que como hemos comprobado se basa en integrar el estado nutricional del paciente, la severidad de la enfermedad y la edad para identificar a los pacientes en riesgo nutricional.

En 1994, la French Society of Anesthesia-Intensive Care (SFAR) y la Francophone Society Clinical Nutrition and Metabolism (SFNP) organizaron un consenso-conferencia en la que consideraban un paciente malnutrido a aquel que presentará alguno de estos ítems:

- IMC menor o igual a 18,5 o un IMC menor de 21 en pacientes mayores de 70 años.
- Pérdida reciente de peso igual o superior al 10%
- Niveles de albúmina sérica menores a 3mg/dl independientemente de la proteína C reactiva.

### **5.3.- REPERCUSIONES FISIOLÓGICAS DE LA DESNUTRICIÓN**

#### **Inmunidad:**

Desde el punto de vista teórico, el paciente desnutrido grave es candidato a desarrollar infecciones bien sea por la pérdida de fuerza que supone el déficit de masa muscular, lo que facilita infecciones respiratorias, por cicatrización defectuosa, o bien por menores niveles de inmunoglobulina y otras afectaciones a las células inmunitarias.

De la desnutrición se sabe que deprime la producción de anticuerpos, la función de las células fagocíticas y los niveles de complemento. Parece que también afecta la respuesta mediada por linfocitos T de manera adversa. La subpoblación de células T helper parece ser la más afectada y se asocia con una disminución de linfocinas. La depresión de la respuesta inmunológica mediada por células T está en general asociada con un aumento de la susceptibilidad a las infecciones por virus y por hongos más que por bacterias.

### **Farmacología:**

La desnutrición en el caso de la farmacología impide una adecuada tolerancia a los fármacos aumentando la toxicidad de los mismos, ya que la disminución de las proteínas circulantes impide una adecuada unión de los fármacos a éstas, alterando sus periodos de semivida y sus características farmacocinéticas y por tanto, pudiendo afectar a los márgenes terapéuticos de seguridad de los fármacos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1-Planas Vilà M, Camarero González E. Importancia de la nutrición en el paciente oncológico. Barcelona: Novartis Consumer Health S.A; 2003.
- 2-Gómez-Candela C, Luengo LM, Cos AI y cols. Valoración Global Subjetiva en el paciente neoplásico. *Nutr Hosp* 2003; 18(6):353-57.
- 3-Marure RA, Villalobos JL, Toval JA y cols. Valoración del estado nutricional en paciente safectos de tumor digestivo resecable. *Nutr Hosp* 2000; 15(3):93-96.
- 4-Camps Herrero C, Iranzo González-Cruz V. El síndrome de anorexia-caquexia en el enfermo neoplásico. Barcelona: oyma; 2006.
- 5-Garcia-Luna PP, Parejo Campos J; Pereira Cunill JL. Causas e impacto de la desnutrición y caquexia en el paciente oncologico. *Nut Hosp* 2006;21:10-16
- 6-Murry Dj. Rival L, Poplack DG. Impact of nutrition on pharmacokinetics of antineoplastic agents. *Int J Cancer Suppl* 1998;11:48-51.
- 7-Bansal V, Syres KM, Makarenkova V, Brannon R, Matta B, Harbrech BG, Ochoa JB. Interactions between fatty acids and arginine metabolism: implications for the design immuncenhancing diets. *JPEN* 2005;29(1):75-80.
- 8-Weimann A, Brata M, Harsanyi L, Laviano A, Ljungqvist O, Soeters P. ESPEN guidelines on enteral nutrition: surgery including Organ Transplantation. *Clin Nutr* 2006;25:224-244.
- 9-Detsky AS, Baker JP, Mendelson RA y cols. Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *JPEN* 1984; 8:153.
- 10-Ottery FD. Definition of Standardized Nutritional Assessment and Interventional Pathways in Oncology. *Nutrition* 1996; 12(1):15-19.
- 11-Ottery FD. Oncology patient-generated SGA of nutritional status. *Nutr Oncol* 1994; 1(2):9.
- 12-Luque Clavijo S, Vaqué Muns MD, Pérez-Portabella C y cols. Influencia del estado nutricional en la evolución del paciente oncológico. *Nutr Hosp* 2004; 29(1):9.

- 13-Luengo Pérez LM. Valoración del estado nutricional del paciente oncológico. *Rev Oncol* 2004; 6(1):11-18.
- 14-McCallum PD, Polisena CG: *The Clinical Guide to Oncology Nutrition*. The American Dietetic Association 2000.
- 15-Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Nutrición Básica y Aplicada (SENBA). Valoración Nutricional. En: Gómez Candela C, coordinador. *Pacientes Neoplásicos Adultos en Intervención Nutricional en el Paciente Oncológico Adulto*. Barcelona: Glosa S.L; 2003: 35-43
- 16-Kondrup J., Allison S.P., Ellia M, Vellas B., Plauth M. Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral nutrition (ESPEN). ESPEN Guidelines for Nutrition Screening 2002 *Clin Nutr* 2003; 22 (4): 415–421
- 17-Chambrier C., Sztark F, Société Francophone de nutrition clinique et métabolisme (SFNEP), Société française d'anesthésie et réanimation (SFAR). French clinical guidelines on perioperative nutrition. Update of the 1994 consensus conference on perioperative artificial nutrition for elective surgery in adults. *J Surg Visc* 2012; 149 (5): 325-36.
- 18-Cerantola Y, Hubner M., Grass F., Demartines N., Schafer M. Immunonutrition in gastrointestinal surgery. *Br J Surg* 2011;98:37-48.
- 19-Braga M, Wischmeier PE., Drover J., Hevland DK. Clinical evidence for pharmacutrition in major elective surgery. [JPEN J Parenter Enteral Nutr.](#) 2013 septiembre; 37 (5 Suppl): 66S-72S.
- 20-Cid L., Fernández T., Neira P., Arias J., Varela J., Gómez FF. Prevalencia de desnutrición en pacientes con neoplasia digestiva previa cirugía. *Nutr Hosp.* 2008;23(1):46-53.
- 21-Kirk HJ, Heys SD. Immunonutrition *Br J Surg.*2003;90:1459-1460
- 22-Lecleire S, Hassan A, Marion-Letellier R et al. Combined glutamine and arginine decrease proinflammatory cytokine by biopsies from Crohn's patients in association with changes in nuclear factor- $\kappa$ B and p38 mitogen-activated protein kinase pathways. *J Nutr.* 2008;138:2481-2486.
- 23-Culebras JM, Paz R., Jorquera F., García de Lorenzo A. Nutrición en el paciente quirúrgico: inmunonutrición. *Nutr. Hosp.* 2001;16 (3) 67-77

**6.- TERAPIA COGNITIVA, EL TERCER PILAR EN**  
**PREHABILITACIÓN**

*Autor: Carlos Albendea Calleja*

El último pilar en el que se debe basar cualquier programa de prehabilitación es la terapia cognitiva. El objetivo de ésta no es otro que mantener la función cognitiva perioperatoria, previniendo el posible deterioro cognitivo de los pacientes. El proceso está orientado a la psicoeducación de los pacientes intentado estabilizar su estado de ánimo.

Para ello se incluyen terapias de relajación, apoyo social y técnicas que desarrollen el grado de confianza del paciente, no sólo para afrontar la intervención quirúrgica, si no para aumentar su capacidad de poderla superar.

En el periodo perioperatorio la incertidumbre del paciente es creciente, principalmente por el desconocimiento del diagnóstico, las consecuencias de la cirugía, su repercusión en la vida diaria y el pronóstico de la enfermedad que padece. El malestar psicológico en este periodo podría tener un impacto negativo en su recuperación. Incluso podría estar aumentado el riesgo de muerte. Se ha demostrado en varios tipos de cirugía que la depresión en el periodo preoperatorio es un factor predictivo independiente de menor recuperación funcional y peores resultados finales.

En la población general el número de personas con problemas psicológicos está infraestimado; teniendo en cuenta que el objetivo de la prehabilitación es mejorar tanto la capacidad funcional como vital del paciente, parece preceptivo realizar un *screening* básico de psicopatología en la consulta preoperatoria.

Existen multitud de escalas pensadas para realizar de forma breve y sencilla este tipo de despistaje que nos permita orientar y descubrir a los pacientes que se encuentran en mayor riesgo de sufrir mal estar psicológico. En nuestro medio las escalas más utilizadas son la *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) para valorar el área psicoafectiva y el cuestionario de salud SF36 (*SF36-Item-Short-Form Health Survey*). (Anexos cognición-1,2,3)

La HADS fue diseñada por Zigmond y Snaith (1983) con la finalidad de detectar los estados de depresión y ansiedad en pacientes no psiquiátricos del medio hospitalario. Para evitar falsos

positivos en la evaluación psicopatológica, se excluyeron las referencias a síntomas físicos/somáticos: insomnio, fatiga, pérdida de apetito, etc. Está compuesta por 14 ítems divididos en dos subescalas de ansiedad y depresión, cada una de ellas con 7 ítems. Está estructurada como una escala de tipo Likert que va de 0 a 3. Se evalúa como “no caso” la puntuaciones de 0 a 7, “caso probable” de 8 a 10 y “caso” puntuar 11 o más. Los ítems de la escala de depresión (ítems pares) hacen referencia principalmente al concepto de anhedonia como síntoma principal, ya que se considera el rasgo central de la enfermedad depresiva y el mejor marcador clínico e indicador de mecanismos neurobiológicos alterados en la misma. La subescala de ansiedad (ítems impares) está centrada en sus manifestaciones psíquicas como tensión, nerviosismo, preocupación, etc. Se viene utilizando de forma autoaplicada por el paciente y teniendo como marco de referencia temporal la semana previa.

El SF36 nos ayuda a evaluar la calidad de vida relacionada con la salud. Está constituido por 35 ítems puntuables, divididos en 8 dimensiones: función física, rol físico, rol emocional, función social, salud mental, salud general, dolor corporal y vitalidad. Contiene además un ítem adicional que no forma parte de ninguna dimensión y que mide el cambio de la salud en el tiempo. El tiempo de administración oscila entre los 5 y 10 minutos.

Desde tiempos inmemoriales se ha relacionado el cuerpo con la mente, del *mens sana in corpore sano* a la actual corriente, en la que se está demostrando la comunicación existente entre los sistemas endocrino, inmune, nervioso y la psique, hasta el punto de que algunos expertos hablan del término psiconeuroinmunoendocrinología. Estos sistemas a través de una compleja red de procesos fisiológicos modulan distintas respuestas a las amenazas a las que se enfrenta nuestro organismo.

Múltiples investigaciones sobre el efecto de la depresión sobre enfermedades sistémicas han demostrado, por ejemplo, que la depresión aumenta el riesgo cardiovascular y empeora el pronóstico a través de múltiples vías como son:

- Alteración en la cascada de agregación plaquetaria favoreciendo la formación de trombos.

- Aumento del estado inflamatorio a través de citoquinas proinflamatorias y proteína C reactiva.
- Reducción de la variabilidad cardíaca y del control del sistema nervioso central sobre la función cardíaca.
- Aumento de la actividad del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal.
- Disminución del número de células precursoras endoteliales.
- Disminución de la actividad física y aumento de hábitos tóxicos como el alcoholismo o tabaquismo.

Además muchos datos sugieren que las alteraciones de la esfera afectiva empeoran el curso de las enfermedades oncológicas. Así, el tratamiento de la depresión podría mejorar los resultados de los pacientes con cáncer. Aunque todavía no se puede afirmar que una intervención sobre la depresión en estos pacientes aumente su supervivencia, todo parece apuntar a que así sea. Lo que está ampliamente demostrado es que el tratamiento tanto farmacológico como psicoterapéutico mejora la calidad de vida de los pacientes con cáncer incluso en estadios avanzados de la enfermedad.

Según un reciente estudio, en cirugía cardíaca los pacientes que están previamente deprimidos tienen tres veces más probabilidad de sufrir infección de la herida quirúrgica lo que aumenta su estancia hospitalaria y el número de reingresos. La identificación de los factores de riesgo que empeoran el pronóstico y favorecen la aparición de complicaciones graves como la infección de la herida quirúrgica es fundamental para plantear estrategias de mejora de los resultados. Según este estudio la segunda comorbilidad más fuertemente asociada a la infección de la esternotomía fue la depresión con una odds ratio de 2.7 después del uso del balón de contrapulsación.

La depresión es una situación tratable y todo parece indicar que el control de sus síntomas mejoraría el pronóstico de estos pacientes.

También existe evidencia de que el estrés y la depresión enlentecen la cicatrización de las heridas y disminuye la respuesta inmune celular, lo que afecta doblemente a la resolución del proceso, incrementando el riesgo de infección y complicaciones.

Del mismo modo los conflictos familiares y situaciones de estrés incrementan el riesgo de complicaciones quirúrgicas en pacientes con cáncer de colon. Éstos poseen casi tres veces más riesgo de padecer complicaciones cuando tienen una pobre calidad de vida previa. Así, se propone que la valoración de la calidad de vida previa a la intervención podría reducir el estrés, ahorrar costes y acelerar la recuperación. El Dr. Bingener autor del estudio propone que la identificación del problema sobre la calidad de vida incluyendo estado financiero, espiritual, emocional y social para planificar una intervención resultaría más barato que tratar las complicaciones, días en UCI y reingresos.

No está claro qué componente de la prehabilitación trimodal tiene mayor efecto sobre la mejor recuperación de la capacidad funcional, pero sí parece claro que la terapia combinada es superior a la de cada una de las intervenciones por separado. Las terapias se complementan entre sí. El ejercicio físico mejora los síntomas del área psicoafectiva, la terapia nutricional potencia el efecto del ejercicio y aumenta la formación de músculo, y la terapia psicológica mejora la adhesión al conjunto de la prehabilitación.

Para reducir la ansiedad de los pacientes se suelen emplear sedantes y psicofármacos, sin embargo estos medicamentos tienen un periodo de latencia largo, pueden producir efectos secundarios y entorpecer la recuperación. Actualmente se está enfocando la atención en terapias no farmacológicas cuya intervención tiene por objetivo la reducción del estrés. Algunas de estas terapias se basan en la audición de música relajante. La musicoterapia debe ser administrada por personal entrenado en un contexto terapéutico y ha demostrado en una reciente revisión sistemática ser eficaz y beneficiosa para la reducción de la ansiedad preoperatoria.

El grupo de Liane S Feldman en Canadá propone una intervención psicológica para pacientes con cáncer colorectal consistente en una visita de 90 minutos con un psicólogo entrenado en

técnicas de reducción de ansiedad con ejercicios de relajación y respiratorios. Estos ejercicios se entregan a los pacientes en un CD junto con música relajante para practicar en casa. Además de permitir a los pacientes expresar sus preocupaciones e informar del plan terapéutico, reciben herramientas para el control de la ansiedad en su domicilio y en su futura hospitalización. Además uno de los principales objetivos de la terapia psicológica debe ser aumentar y reforzar la motivación para completar los aspectos nutricionales y de ejercicio físico del programa.

En la misma línea se están implementando unidades de intervención psicológica en pacientes con cáncer ginecológico, consistentes en la formación de grupos psicoeducacionales basados en un modelo de *counseling*, que demuestran mejoría en la calidad de vida, incertidumbre, depresión y percepción de apoyo social.

Todos estos datos apuntan a que el enfoque holístico, además de ser costo-efectivo, beneficia al paciente tanto mejorando su calidad de vida como muy probablemente su pronóstico.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Abrams, T. E., Vaughan-Sarrazin, M., & Rosenthal, G. E. (2010). Influence of psychiatric comorbidity on surgical mortality. *Archives of Surgery (Chicago, Ill. : 1960)*, 145(10), 947–53.
- 2.- Adogwa, O., Verla, T., Thompson, P., Penumaka, A., Kudyba, K., Johnson, K., ... Bagley, C. A. (2014). Affective disorders influence clinical outcomes after revision lumbar surgery in elderly patients with symptomatic adjacent-segment disease, recurrent stenosis, or pseudarthrosis. *Journal of Neurosurgery. Spine*, 1–7.
- 3.- Bingener, J., Sloan, J. A., Novotny, P. J., Pockaj, B. A., & Nelson, H. (2014). Perioperative Patient-Reported Outcomes Predict Serious Postoperative Complications: a Secondary Analysis of the COST Trial. *Journal of Gastrointestinal Surgery : Official Journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25091846>
- 4.- Bradt, J., Dileo, C., & Shim, M. (2013). Music interventions for preoperative anxiety. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6, CD006908.
- 5.- Chow, K. M., Chan, C. W. H., Chan, J. C. Y., Choi, K. K. C., & Siu, K. Y. (2014). A feasibility study of a psychoeducational intervention program for gynecological cancer patients. *European Journal of Oncology Nursing : The Official Journal of European Oncology Nursing Society*.
- 6.- Cooney, G. M., Dwan, K., Greig, C. A., Lawlor, D. A., Rimer, J., Waugh, F. R., ... Mead, G. E. (2013). Exercise for depression. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 9, CD004366.
- 7.- Gouin, J.-P., & Kiecolt-Glaser, J. K. (2011). The impact of psychological stress on wound healing: methods and mechanisms. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 31(1), 81–93. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3052954&tool=pmc-entrez&rendertype=abstract>
- 8.- Li, C., Carli, F., Lee, L., Charlebois, P., Stein, B., Liberman, A. S., Feldman, L. S. (2013). Impact of a trimodal prehabilitation program on functional recovery after colorectal cancer surgery: a pilot study. *Surgical Endoscopy*, 27(4), 1072–82.
- 9.- Mavros, M. N., Athanasiou, S., Gkegkes, I. D., Polyzos, K. A., Peppas, G., & Falagas, M. E. (2011). Do psychological variables affect early surgical recovery? *PloS One*, 6(5), e20306.

- 10.- Nemeroff, C. B. (2013). Psychoneuroimmunoendocrinology: the biological basis of mind-body physiology and pathophysiology. *Depression and Anxiety*, 30(4), 285–7.
- 11.- Patron, E., Messerotti Benvenuti, S., & Palomba, D. (n.d.). Preoperative and Perioperative Predictors of Reactive and Persistent Depression After Cardiac Surgery: A Three-Month Follow-up Study. *Psychosomatics*, 55(3), 261–71.
- 12.- Takayanagi, Y., Spira, A. P., Roth, K. B., Gallo, J. J., Eaton, W. W., & Mojtabai, R. (2014). Accuracy of reports of lifetime mental and physical disorders: results from the Baltimore Epidemiological Catchment Area study. *JAMA Psychiatry*, 71(3), 273–80.  
doi:10.1001/jamapsychiatry.2013.3579
- 13.- Utrillas-Compared, A., De la Torre-Escuredo, B. J., Tebar-Martínez, A. J., & Asúnsolo-Del Barco, A. (2014). Does Preoperative Psychologic Distress Influence Pain, Function, and Quality of Life After TKA? *Clinical Orthopaedics and Related Research*.

## **7.- ANESTESIA EN LA CIRUGÍA DE REHABILITACIÓN**

### **MULTIMODAL**

## **7.1.- AYUNO PREOPERATORIO**

Mantener al paciente en ayuno desde la medianoche anterior al día de la intervención quirúrgica ha sido una práctica habitual que nos aseguraba un estómago vacío, y por lo tanto reducía el riesgo de broncoaspiración. Sin embargo, nunca ha habido ninguna evidencia científica que respaldara dicha teoría, incluso, una Revisión Cochrane de 22 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) mostró que el ayuno desde la medianoche no reducía el contenido gástrico, aumentaba el pH del jugo gástrico, y afectaba a la prevalencia de complicaciones en comparación con aquellos pacientes a los que se les permitió la ingesta de líquidos hasta 2 horas antes de la anestesia. Dichos líquidos se tratan de bebidas carbohidratadas con 12,5% de maltodextrinas, que aparte de mantener al paciente en un estado metabólicamente adecuado a la hora de someterse a la cirugía, también tienen efectos beneficiosos tanto pre como postoperatorios. Por una parte reducen la sed, el hambre y la ansiedad preoperatoria; y a su vez; disminuyen la resistencia a la insulina postoperatoria y mejoran el mantenimiento de la masa magra corporal y por lo tanto de la fuerza muscular, permitiendo una recuperación más rápida con la consiguiente disminución de la estancia hospitalaria.

Así pues, la Sociedad Europea de Anestesia (ESA) recomienda limitar a 6 horas el ayuno para sólidos y a 2 horas para líquidos, incluidos pacientes obesos y diabéticos. A excepción de casos como acalasia severa, alteraciones neurológicas, gastroparesia diabética diagnosticada u otras alteraciones en la deglución, que deberán ser evaluadas de forma individual.

## **7.2.- PREMEDICACIÓN**

La ansiedad hace que el dolor postoperatorio sea más difícil de controlar, por lo que se creía que el tratamiento preventivo de la ansiedad podría reducir la demanda de opiáceos; sin embargo, no ha habido ningún estudio que demuestre evidencias de beneficio del uso preoperatorio de

sedantes de acción prolongada, como opioides o benzodiazepinas. Además, dichos fármacos aumentan la sedación postoperatoria, produciendo un deterioro psicomotor durante el postoperatorio, que retrasa el inicio de la movilización y de la tolerancia oral a líquidos, lo que impide una recuperación precoz y aumenta la estancia hospitalaria; de tal forma que no deben ser utilizados de manera rutinaria.

Sin embargo, en el caso de los ansiolíticos de corta duración, pueden servir para facilitar la realización de técnicas de anestesia regional, como la colocación de un catéter epidural; sin interferir en la recuperación ni en la estancia.

En relación con dicha ansiedad preoperatoria, se ha demostrado que la ingesta de líquidos ricos en hidratos de carbono 2 horas previas a la anestesia disminuye dicha ansiedad, como ya se ha comentado anteriormente.

### **7.3.- FLUIDOTERAPIA POR OBJETIVOS**

Se ha demostrado que el óptimo manejo perioperatorio de los líquidos es un factor determinante en los resultados quirúrgicos, y que, siempre que sea posible hay que mantener a los pacientes en balance cero, evitando la sobrecarga y la infrahidratación.

Las necesidades diarias de sodio son de 1 mmol/kg, y de agua de 25-35 ml/kg, sin embargo, los pacientes sometidos a cirugía abdominal, a menudo reciben un volumen excesivo de líquidos intravenosos durante y en los días posteriores a la cirugía, superando la pérdida de líquidos reales y llegando a aumentar de 3 a 6 kg.

El concepto de que los pacientes deben recibir grandes cantidades de líquidos salinos es erróneo. Hay que tener en cuenta que los pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas, tienen afectada la capacidad del riñón de excretar la sobrecarga de agua y sodio; esto se debe a la respuesta a la agresión quirúrgica que hace que el organismo conserve sodio y agua con el fin de mantener el volumen intravascular; sin embargo, al administrar fluido en exceso, la mayor parte de éste se acumula en el compartimiento extracelular y causa edema, con lo que los resultados quirúrgicos

empeoran. Dicho edema, a nivel intestinal, puede producir aumento de la presión intraabdominal, ascitis, síndrome compartimental, aumento de la permeabilidad intestinal, o provocar la dehiscencia de suturas; sin olvidarnos por otro lado del edema agudo de pulmón. Pero no son las únicas complicaciones como consecuencia de un exceso de líquidos, también aumenta el riesgo de trombosis venosa profunda, náuseas, vómitos, dolor abdominal, hiperventilación, dolor de cabeza, confusión y sed; contribuyendo todo ello a empeorar la capacidad de recuperación postoperatoria.

Es habitual el uso de Suero Salino (Suero Fisiológico o Suero al 0,9%), el cual realmente dista mucho de ser fisiológico, ya que contiene un 10% más de sodio (154 mmol/l) y un 50% más de cloruro (154 mmol/l) de lo que hay en el fluido extracelular. Así pues, una sobrecarga de Suero Salino 0,9% en pacientes quirúrgicos da lugar a estados hiperosmolares, acidosis metabólica hiperclorémica, y disminución del flujo renal y de la filtración glomerular, lo cual a su vez empeora la retención de sodio. Además, la aparición de acidosis perjudica la contractibilidad miocárdica, disminuye la respuesta a inotropos, disminuye la perfusión renal, se ha asociado a daño en la movilidad gástrica, y en combinación con la hipotermia y la coagulopatía puede resultar letal.

De este modo, el uso de soluciones balanceadas como el Ringer Lactato en lugar de Suero Salino 0,9%, da lugar a un mejor balance ácido-base, equilibrio de electrolitos, menor pérdida sanguínea, mejor función renal, y disminución de náuseas y vómitos. Sin embargo, no hay estudios que demuestren que los coloides tienen mejores resultados clínicos que los cristaloides. Tabla 1.

Por otra parte, la restricción de líquidos da lugar a la deshidratación, la cual puede ser igual de perjudicial, ya que la hipovolemia da lugar a disminución del retorno venoso, con disminución de la precarga, disminución del gasto cardíaco y disminución del aporte de oxígeno a los tejidos. Esta se puede deber a diferentes causas, clasificándose en: *hipovolemia absoluta*, resultante de hemorragias o de pérdidas internas como es en el caso de pacientes en shock, sepsis o síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS), como consecuencia de un aumento en la permeabilidad microvascular; y por otro lado la *hipovolemia relativa*, causada por la vasodilatación de algunos anestésicos, como son los anestésicos epidurales, en cuyo caso estaría indicado utilizar fármacos

vasopresores en lugar de administrar abundantes volúmenes, siempre que se traten de pacientes hipotensos con normovolemia.

|                         | mOsm/L  | Na+<br>(mEq/L) | K+<br>(mEq/L) | Ca++<br>(mEq/L) | Mg++<br>(mEq/L) | Cl-<br>(mEq/L) | Glucosa<br>(gr/L) |
|-------------------------|---------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| <b>Valores normales</b> | 280-290 | 135-145        | 3,5-5,0       | 8,5-10,2        | 1,7-2,2         | 98-106         | 80-110            |
| <b>Fisiológico 0,9%</b> | 308     | 154            |               |                 |                 | 154            |                   |
| <b>Ringer Lactato</b>   | 276     | 130            | 4             | 1,5             |                 | 109            |                   |

**Tabla 1.** Comparativa entre las soluciones cristaloides.

Además, hay otros factores que influyen en el estado hídrico del paciente durante la intervención quirúrgica, como son: el *ayuno prolongado*, recomendando la ingesta de líquidos hasta 2 horas antes de la anestesia, tal y como se comentó anteriormente; el uso de *preparaciones intestinales*, las cuales aumentan el riesgo de infecciones y de dehiscencias según estudios realizados; y el *tipo de intervención* a realizar, siendo mayores las necesidades de líquidos mediante laparotomía que por vía laparoscópica, cuya explicación se debe a que es mayor la exteriorización del intestino fuera de la cavidad abdominal produciéndose una mayor evaporización de líquidos al contacto con el medio, y de una más alta probabilidad de utilizar analgesia torácica epidural con su vasodilatación correspondiente. De este modo, la cirugía laparoscópica ofrece la posibilidad de reducir la administración de líquidos; sin embargo, no hay evidencias de que el gasto cardíaco se reduzca, debido a las condiciones fisiológicas de la posición del paciente en trendelenburg y al neumoperitoneo.

La disminución del volumen circulante da lugar a una activación de los barorreceptores, produciendo un aumento del tono en el sistema venoso (vasoconstricción) con el fin de mantener el flujo sanguíneo central, la precarga, el gasto cardíaco y la presión arterial. Pero este aumento de

flujo sanguíneo es selectivo, manteniendo la perfusión en órganos vitales como cerebro y corazón, lo que simultáneamente hace que disminuya el flujo en áreas regionales, produciéndose una disminución del aporte de oxígeno a estos órganos, con aparición de hipoxia tisular, y finalmente con daño celular y necrosis. Concretamente, la mucosa intestinal es especialmente sensible a la hipoxia tisular, y ésta puede dar lugar a la translocación bacteriana, con activación de la cascada inflamatoria, y todo ello contribuir a la aparición de un SRIS tras la cirugía.

Por lo tanto, tras esta breve introducción sobre la fisiopatología del balance de los líquidos, llegamos a la conclusión de que la administración de líquidos debería ser optimizada por la orientación del gasto cardíaco, denominada Fluidoterapia guiada por objetivos.

La Fluidoterapia guiada por objetivos se basa en la optimización del volumen sistólico, lo cual se consigue mediante la administración de un fluido, generalmente un coloide, guiado por un algoritmo para mejorar el volumen sistólico sin riesgo de sobrecarga de volumen. Existen numerosos algoritmos basados en el volumen sistólico, la presión venosa central (PVC) y en el tiempo de flujo corregido (Flow Time- FTc). Todos ellos se basan en la Ley de Frank-Starling, la cual establece la relación entre el volumen de eyección del ventrículo izquierdo (VI) con el volumen telediastólico del VI, o lo que es lo mismo, entre el grado de acortamiento y de elongación de la fibra miocárdica. Según dicha ley, a una frecuencia cardíaca (FC) constante, el gasto cardíaco (GC) es directamente proporcional a la precarga hasta un punto a partir del cual, aunque aumenten las presiones de llenado ventricular, el GC no aumentará y, en determinadas circunstancias podría descender. Efectivamente, las fibras miocárdicas, al estirarse, aumentan su afinidad por el Ca y, consiguientemente, la contractilidad miocárdica (GC), pero llega un punto en que el corazón no puede distenderse más, debido a limitaciones anatómicas y estructurales. Para llevar a cabo dicha optimización del volumen sistólico se dispone en el mercado varios métodos mínimamente invasivos, como por ejemplo: PICCO, LIDCO o Vigileo, entre otros, los cuales se basan en el análisis de la morfología de la onda de pulso arterial para estimar el GC; mientras que por otro lado, dentro de los métodos no invasivos destaca el Ecodoppler esofágico, que tras múltiples estudios

aleatorizados prospectivos ha demostrado su utilidad para la optimización perioperatoria de la volemia en el paciente quirúrgico.

Así pues, si realizamos una fluidoterapia guiada por objetivos mediante Ecodoppler esofágico, lo primero es realizar una toma inicial de dichos parámetros basales, y tras ello se administran 200 cc de coloide durante 5 minutos. Pasado este tiempo se vuelve a hacer otra toma de los parámetros, en caso del que el volumen sistólico haya aumentado un 10% o más, indica que el volumen telediastólico del VI no es óptimo, y se administran otros 200 cc de coloide. Dicho proceso se va realizando de forma continua hasta que el cambio del volumen sistólico sea menor del 10%, lo cual indica que el volumen telediastólico del VI ha sido optimizado, o lo que es lo mismo, las pérdidas de volumen son iguales a las entradas, por lo que dejaremos de administrar fluidos. Durante el transcurso de la intervención se continúa con dicha monitorización, ya que en caso de que vuelva a aparecer un aumento mayor al 10% del volumen sistólico se administrarán otros 200 cc de coloide.

Conclusión, la prescripción de líquidos ha de adecuarse a las necesidades individuales de cada paciente, de ahí la necesidad de utilizar la fluidoterapia guiada por objetivos, la cual ha demostrado la reducción de mortalidad, de estancia hospitalaria y de costes, en numerosos ensayos clínicos.

#### **7.4.- MONITORIZACIÓN INTRAOPERATORIA. ECODOPPLER TRANESOFÁGICO, ¿ES EL GOLD ESTÁNDAR?**

-Monitorización estándar: ECG de 5 derivaciones, presión arterial no invasiva (PANI), pulsioxímetro, FiO<sub>2</sub>, y EtCO<sub>2</sub>.

-Monitorización de CO<sub>2</sub>, obligada en toda cirugía laparoscópica, ya que cualquier modificación en la curva de presión telespiratoria de CO<sub>2</sub> es signo de complicación. Algunos ejemplos de dichas modificaciones pueden ser: una elevación rápida de pocos milímetros que después vuelve a la normalidad, lo que puede ser signo de embolias mínimas de CO<sub>2</sub>; mientras que un aumento más progresivo y duradero nos hará sospechar de una posible difusión extraperitoneal; por el contrario, las alteraciones en la circulación hacen que disminuya la espiración de CO<sub>2</sub>; o en caso de un

descenso rápido puede significar una disminución del gasto cardíaco, del retorno venoso o una obliteración en la arteria pulmonar.

-Monitorización de la temperatura mediante sonda esofágica.

-Índice Biespectral (BIS). En la población anciana se ha demostrado que una anestesia demasiado profunda puede ser perjudicial, y aumenta el riesgo de confusión en el postoperatorio.

-Monitorización de la glucemia. Los niveles de glucosa en sangre aumentan durante periodos de estrés, como en caso de sepsis, trauma o cirugía, así como con los efectos de los anestésicos y el estrés emocional preoperatorio. Estas condiciones conllevan a un aumento de la liberación y producción de glucosa, una disminución de la secreción de insulina, resistencia a esta hormona y a un aumento en la reabsorción renal de glucosa.

La hiperglicemia es común en el paciente quirúrgico, sea o no sea diabético. En estudios centrados en cirugía colorrectal, se ha demostrado que con el tratamiento de glicemia intraoperatoria se consigue una reducción de las complicaciones postquirúrgicas, a pesar de ello, el uso de una terapia intensiva con insulina debe de balancearse debido al riesgo de hipoglucemias. Por ello, el objetivo que se quiere conseguir es prevenir y atenuar la respuesta metabólica al estrés en lugar de tratarlo con insulina; esto incluye el tratamiento preoperatorio con soluciones carbohidratadas, utilización de la analgesia epidural torácica (TEA), y cirugías mínimamente invasivas

Por otra parte, otro de los puntos importantes sobre los que actúa la insulina es el balance proteico, el cual, en caso de ser negativo resulta perjudicial para la recuperación tras la cirugía. En los estados en los que existe resistencia a la insulina, el balance proteico se vuelve negativo y aparece una ruptura de proteínas a nivel muscular, por lo que el tratamiento con insulina también tendrá como objetivo reducir esta ruptura proteica muscular y así apoyar a la cicatrización de los tejidos.

-Sondaje vesical. Fundamentalmente se utiliza para el control del débito urinario horario, sin embargo, existe un bajo nivel de evidencia de que el control del débito horario perioperatorio tenga valor clínico. Debe de realizarse bajo las medidas de asepsia oportunas y retirarse a las 24 horas de la cirugía, como mucho a las 48 horas, ya que un mantenimiento del sondaje durante más tiempo provoca un aumento de riesgo de infección del tracto urinario. En el caso concreto de la anestesia epidural, la cual implica un riesgo de retención urinaria, pasadas las 24 horas este riesgo es bajo, por lo que se puede retirar. Así pues, y basándonos en las estadísticas, las infecciones del tracto urinario asociadas al uso de sonda vesical son la causa más frecuente de infección nosocomial, representando el 40 % de éstas.

-Presión arterial invasiva. No está indicada de forma rutinaria, únicamente en aquellos pacientes que presenten alteraciones cardiorrespiratorias graves y cuando se prevean problemas durante y en el postoperatorio.

-Catéter venoso central y monitorización de la Presión Venosa Central. Su uso está limitado a pacientes con enfermedades cardiorrespiratorias y aquellos que puedan necesitar la administración de vasopresores o inotrópicos en perfusión continua. Además, la monitorización de la fluidoterapia con la sonda ecográfica esofágica ha demostrado ser mejor que mediante la PVC.

-Monitorización de la volemia:

#### A. MÉTODO INVASIVO: Catéter de arteria pulmonar (CAP) o de Swan- Ganz

Introducido en 1970 por J.C. Swan y W. Ganz, se canaliza a través de una vena de gran calibre y a través del corazón derecho se introduce en la arteria pulmonar, dejando alojado su extremo distal en una ramificación de dicha arteria. Su objetivo es proporcionarnos información sobre tres variables diferentes:

- Mediciones del flujo sanguíneo (GC): Dicha medición se basa en termodilución transcardíaca, inyectando un volumen de líquido a una temperatura inferior a la sanguínea, el termistor detecta los cambios de temperatura a lo largo del tiempo, registrándose en forma de curva. El área bajo la curva registrada es el volumen minuto.

- Medición de parámetros oximétricos: Saturación de oxígeno a nivel de arteria pulmonar distal, es decir, saturación venosa mixta o mezclada (SvO<sub>2</sub>); la cual representa la cantidad de oxígeno que queda en la circulación sistémica después de su paso por los tejidos.

- Medición de presiones intravasculares intratorácicas: El CAP, debidamente posicionado, permite obtener presiones en: aurícula derecha (presión venosa central, PVC), arteria pulmonar (PAP), y venas pulmonares (presión de cuña, presión de oclusión o PAPO). Esta última medición, la PAPO, representa una estimación aproximada de la presión en la aurícula izquierda (PAI), y por lo tanto, de la precarga del ventrículo izquierdo. De hecho, originariamente, la CAP se desarrolló para permitir la medición de la PAPO. Actualmente, se ha demostrado que la PAPO tiene BAJO VALOR PREDICTIVO EN LA EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA AL VOLUMEN, por lo cual no se recomienda para predecir la respuesta a la administración de líquidos. Sin embargo, las mediciones de la PAPO siguen siendo de gran ayuda en el diagnóstico del origen de la hipertensión pulmonar y en la diferenciación entre edema pulmonar primario (no cardiogénico) y secundario (cardiogénico).

#### B. MÉTODOS MÍNIMAMENTE INVASIVOS:

La mayor parte de ellos se basan en el análisis del contorno de la onda de pulso arterial según un modelo clásico que permite la estimación del volumen latido a través de las variaciones en la morfología de esta onda de pulso (modelo de Windkessel descrito por Otto Frank en 1899).

La presencia de arritmias severas y el uso del balón intraaórtico de contrapulsación reducen la precisión en la medición del GC. Además, el análisis de la presión de pulso tendrá una exactitud limitada durante períodos de inestabilidad hemodinámica, como los cambios rápidos en las resistencias vasculares que se producen en pacientes sépticos y en aquellos con disfunción hepática.

Entre los diferentes tipos, difieren en la forma de transformar la información, los algoritmos utilizados, la necesidad o no de calibración, el lugar de canalización arterial, los parámetros

analizados y la exactitud con la que determinan el GC. Algunos de los sistemas disponibles en el mercado son:

1.-Sistema PiCCO: El GC es calculado por el análisis de la curva de termodilución transpulmonar (TDTP) usando la ecuación de Stewart-Hamilton. Para ello se precisa la inyección de un indicador en bolo (normalmente suero salino isotónico), a distinta temperatura que la de la sangre, a través de la luz del catéter venoso CENTRAL en el que se encuentra el sensor de temperatura externo. Una vez en el torrente sanguíneo, el termistor situado en la punta del catéter arterial detecta las variaciones de la temperatura generando la curva de termodilución. Ambos accesos vasculares, tanto venoso como arterial, deben ser de gran calibre; es decir, de ACCESO CENTRAL.

Se realiza el análisis de la porción sistólica del contorno de la onda de pulso arterial, el cual determina la distensibilidad aórtica, o lo que es lo mismo, el volumen sistólico (VS), lo que permitirá también el cálculo del porcentaje de variación en la presión de pulso (VPP) o en el área (VVS). Se trata de parámetros muy sensibles de precarga y nos indican en qué punto de la curva Frank-Starling se encuentra el paciente y si va tener o no respuesta a la fluidoterapia. Otra ventaja de esta técnica es la capacidad de calcular diferentes volúmenes de los compartimentos intravasculares, así como el líquido extravascular pulmonar. Ninguno de estos parámetros se altera con la ventilación mecánica.

Se recomiendan 3 mediciones para la CALIBRACIÓN inicial del sistema, y realizar calibraciones cada 8 horas o cada vez que la situación hemodinámica del paciente lo precise.

La TDTP puede dar mediadas inexactas en pacientes con shunts intracardíacos, estenosis aórtica, aneurismas de aorta y tratamientos de circulación extracorpórea.

2.-Sistema LiDCO: Para su calibración se inyecta un bolo de cloruro de litio en una vía venosa central o periférica. Un electrodo situado en una vía arterial central o periférica, detecta la

concentración de litio en sangre arterial y el tiempo transcurrido desde la administración, calculando el GC usando el área bajo la curva de concentración-tiempo y el VS a partir de la potencia de pulso, por lo que también permitirá el cálculo del porcentaje de variación en la presión de pulso (VPP) o en el área (VVS), para predecir la respuesta a la fluidoterapia.

Se considera una técnica menos invasiva que el PiCCO, ya que NO REQUIERE necesariamente de un ACCESO CENTRAL ni venoso ni arterial, siendo suficiente con la canalización de una vía venosa periférica y una arteria radial. Y aporta una estabilidad sin necesidad de recalibración de hasta 24 horas, aunque se recomienda siempre en caso de cambios en la situación hemodinámica del paciente.

En pacientes con shunts intracardíacos, en tratamiento con sales de litio o en caso del uso de relajantes musculares no despolarizantes (RMND), se pueden producir errores en la determinación del GC.

3.-Sistema Vigileo: A diferencia de los otros dos sistemas comentados anteriormente, este analiza el contorno de pulso arterial sin necesidad de calibración externa, siendo reemplazada por factores de corrección que dependen de la presión arterial media (PAM) y de medidas antropométricas (edad, sexo, peso y altura). Se basa en que la presión de pulso (diferencia entre la presión sistólica y la diastólica) es proporcional al VS e inversamente proporcional a la distensibilidad aórtica.

La determinación de la VVS mediante este sistema demostró su uso durante la terapia de fluidos guiada por objetivos, presentando menor número de complicaciones y menor estancia hospitalaria.

En pacientes obesos ( $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ ) el porcentaje de error es ligeramente más alto que en pacientes con peso normal, debido a la alteración en la distensibilidad arterial en estos enfermos. De igual modo, la exactitud en el resultado es menor en pacientes con resistencias vasculares periféricas (RVS) disminuidas.

NO precisa de ACCESO VENOSO ni central ni periférico, SÓLO requiere un CATÉTER ARTERIAL RADIAL.

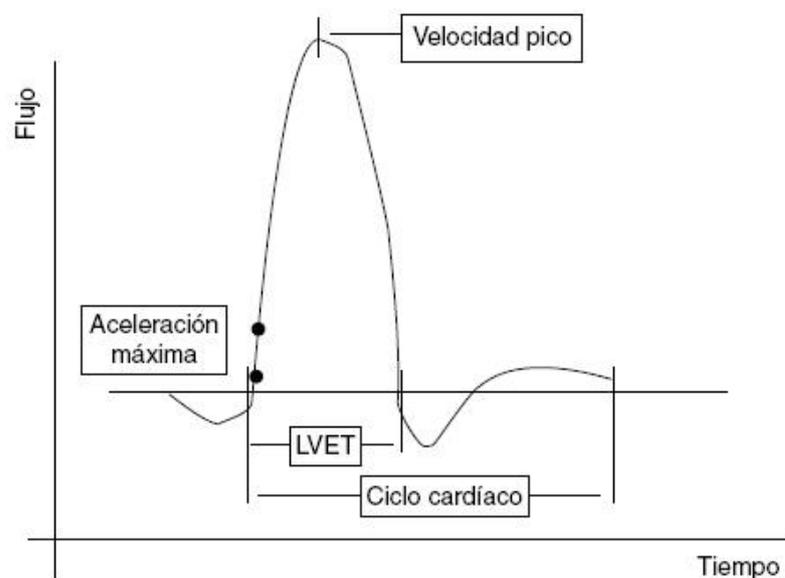
### C.- MÉTODO NO INVASIVO: Doppler esofágico (Cardio Q)

Se trata de una sonda Doppler que emite de forma continua ondas de ultrasonidos Doppler a una frecuencia fija, dicha señal emitida es rebotada por los corpúsculos sanguíneos en movimiento y nuevamente detectada por la sonda. Esta información se distribuye a un monitor que analiza la señal recibida y muestra una gráfica de ondas de velocidad respecto al tiempo. El área de la onda de velocidad-tiempo es la distancia sistólica, es decir, la distancia recorrida por una columna de sangre por la aorta con cada contracción del ventrículo izquierdo (VI). El producto de la distancia sistólica y del área de sección de la aorta en ese punto permite obtener el volumen sistólico. Figura 1.

Además del valor de VS y GC que nos ofrece esta técnica, resulta interesante comentar la información sobre el estado cardiovascular (precarga, contractilidad y poscarga) que se puede extraer del análisis de las curvas velocidad- tiempo.

La inserción de la sonda ecográfica es similar a la inserción de una sonda nasogástrica, insertándose a una profundidad de 35-40 cm de los incisivos, distancia en la que la punta de la sonda coincide con la 5ª o 6ª vértebra torácica y paralelamente a un centímetro de la Aorta Torácica descendente, por lo que a través de la medición del flujo sanguíneo a nivel de la Aorta Torácica se derivan los valores hemodinámicos.

A pesar de ser una técnica no invasiva, presenta algunas contraindicaciones para su uso, como la presencia de poliposis nasal, lesiones nasales, carcinoma o lesión en faringe, laringe o esófago, aneurisma de Aorta Torácica, necrosis en esófago, en caso de riesgo de lesión cerebral vía nasal, o valorando su uso en caso de coagulopatía severa.



**Figura 1.** Componentes de una onda de flujo aórtico ideal (LVET: tiempo de eyección de VI)

Existe una amplia evidencia científica sustentada en múltiples estudios aleatorizados prospectivos que ha demostrado la utilidad del Doppler esofágico para la *optimización perioperatoria de la volemia en el paciente quirúrgico* de alto riesgo, demostrando una clara mejoría en el pronósticos de éstos, con menores complicaciones postoperatorias y disminución de la estancia hospitalaria. Debido a esta fuerte influencia científica, gobiernos europeos y estadounidenses abogan por su uso rutinario en la cirugía colorrectal y en el grupo de consenso ERAS; de tal forma que, su uso ha sido aprobado ser beneficioso en pacientes que van a ser intervenidos en operaciones de más de 1 hora de duración y en aquellas cirugías en las que se va a entrar en una cavidad. Tabla 2.

## **2.5.- CONTROL DEL DOLOR POSTOPERATORIO**

El régimen analgésico óptimo para la cirugía mayor debe conseguir un buen alivio del dolor, permitir una movilización temprana, y un pronto retorno de la función intestinal. Y aunque el fundamento de dicho régimen analgésico se basa en una analgesia multimodal combinada con analgesia regional o técnicas de anestesia local, tratando de evitar los opioides parenterales y sus

efectos secundarios, ha habido un creciente reconocimiento de que los diferentes tipos de regímenes analgésicos son más adecuadas para ciertos tipos de cirugía.

|                             | <b>VENTAJAS</b>  | <b>DESVENTAJAS</b>  |
|-----------------------------|--|---|
| <b>PiCCO</b>                | -Medición volúmenes<br><br>-Medidas de edema pulmonar  | -Accesos vasculares de gran calibre<br><br>-Recalibración                         |
| <b>LiDCO</b>                | -Cualquier vía arterial o venosa   | -Interferencia con sales de Litio o RMND  |
| <b>Vigileo</b>              | -No requiere calibración   | -Contraindicaciones: balón de contrapulsación/insuficiencia aórtica               |
| <b>ECODoppler esofágico</b> | -Mínimamente invasivo<br><br>-Rápida aplicación de la técnica<br><br>-Curva de aprendizaje rápida<br><br>-Uso habitual en pacientes con ventilación mecánica (cirugía) | -Pocos estudios en pacientes críticos no quirúrgicos<br><br>-Operador dependiente |

### ***¿GOLD ESTÁNDAR EN PACIENTE QUIRÚRGICO?***

**Tabla 2.** Ventajas y desventajas de las distintas monitorizaciones hemodinámicas.

El impacto de la laparoscopia en el dolor postoperatorio es significativo, observándose una disminución media de un 34,8% en el dolor en reposo y de un 33,9% en el dolor al movimiento comparado con la laparotomía, siendo estas diferencias todavía mayores al tercer día del

postoperatorio. Además, se registra una disminución en el consumo de opioides de un 36,9% en las primeras 48 horas, por lo que esta disminución de los requerimientos analgésicos obliga a replantear la indicación de la analgesia epidural en la cirugía laparoscópica, ya que en la evaluación de los riesgos y los beneficios de la analgesia epidural frente a la intravenosa, a igualdad de calidad analgésica, esta última presenta menos riesgo de complicaciones.

- **Analgesia postoperatoria en cirugía laparoscópica.**

Publicaciones recientes han demostrado que la duración del dolor después de la cirugía laparoscópica es mucho más corto que para la cirugía abierta, con una disminución de los requerimientos analgésicos superior a un 33%, y permitiendo de este modo el alta hospitalaria a las 23 horas tras la cirugía.

Con frecuencia se aborda con analgesia multimodal oral, sin la necesidad de bloqueos regionales u opiáceos fuertes. Sin embargo, incluso en la cirugía laparoscópica existe la necesidad de una pequeña incisión abdominal para extraer la muestra, por lo que existe un interés creciente en el estudio de alternativas a la analgesia epidural torácica (TEA) o morfina, como los bloqueos del plano transversal abdominal (TAP), la analgesia espinal o la infusión intravenosa continua con lidocaína, que proporcionan un buen alivio del dolor en las primeras 24 horas con un tiempo similar a la de regreso de la función intestinal; combinándolos con el uso de paracetamol o antiinflamatorios no esteroideos (AINES) por vía intravenosa (analgesia multimodal), con el objetivo de reducir la administración de opiáceos, utilizándolos únicamente como analgesia de rescate.

El **paracetamol** es una parte vital de la analgesia multimodal, pudiéndose administrar 1 gramo intravenoso cuatro veces al día. Otra parte importante de dicha analgesia multimodal son los **AINES**, sin embargo, recientemente dos revisiones de estudios retrospectivos han puesto de relieve una posible asociación entre el ibuprofeno, el diclofenaco y el celecoxib con una mayor incidencia de dehiscencia anastomótica; al no haber estudios más exhaustivos que aborden dicha cuestión, no

hay pruebas suficientes para detener su administración como componente de la analgesia multimodal en el postoperatorio. Un ejemplo de pauta analgésica en cirugía laparoscópica sería: paracetamol 1g/8h i.v. alterno con metamizol 2g/8h i.v., y si EVA>4 añadir desketoprofeno 50mg/8h i.v.

Hay varios estudios en curso con medicamentos alternativos, como el tramadol, la gabapentina o ketamina, con el objetivo de evitar el uso de opioides mayores, pero todavía sin estudios recientes que manifiesten un impacto postoperatorio positivo.

Por otra parte, y aunque en la literatura no existe evidencia sobre el uso de analgesia mediante la infiltración de la herida quirúrgica, se pueden transferir datos sobre su uso en otros procedimientos en los que se ha demostrado que es eficaz y seguro, además de disminuir el consumo de mórnicos en el postoperatorio. De este modo, se recomienda realizar infiltración de los puertos de la laparoscopia con anestésico local, bupivacaína o mepivacaína, según dosis máximas ajustadas al paciente.

- **Analgesia postoperatoria en cirugía abierta.**

A.-En el caso de las laparotomías, la **analgesia epidural torácica (TEA)** es la técnica analgésica óptima establecida, ofreciendo una analgesia superior en las primeras 72 horas después de la cirugía.

La TEA, al igual que la anestesia raquídea, produce analgesia, bloqueo motor y bloqueo simpático; sin embargo, para lograr su efecto se requiere un volumen de anestésico mayor, produciéndose un bloqueo más gradual, con un período de latencia mayor y menor compromiso motor

El bloqueo simpático disminuye el retorno venoso al corazón por venodilatación y redistribución de la volemia hacia el lecho esplánico y extremidades inferiores. En pacientes sanos y normovolémicos, se estima que la caída en la resistencia vascular sistémica (RVS) alcanza sólo un 15-18%, y el gasto cardíaco (GC) se mantiene inalterable; mientras que pacientes ancianos, se

puede observar hasta un 20% de caída de RVS y hasta un 10% de caída en el GC. Y en caso de que el bloqueo se extienda hasta T1-T4, se observa una disminución de la frecuencia cardíaca. Así pues, aunque la disminución del tono simpático reduce el riesgo de arritmias, no lo hace en el caso de la fibrilación auricular.

De este modo, se recomienda el uso de dosis bajas de anestésico local en combinación con un opiáceo de acción corta para ofrecer una mejor combinación de analgesia y reducir al mínimo el riesgo de bloqueo motor y la hipotensión por bloqueo simpático, buscando siempre la mínima dosis eficaz. En caso de producirse hipotensión por bloqueo simpático, se debería tratar con vasopresores siempre que el paciente no esté hipovolémico.

Generalmente, tras administrar la dosis test, se realiza una dosis de carga mediante Bupivacaína 0,5% con un volumen variable de 3-10ml (de 0,5-1ml por segmento torácico a bloquear), fraccionados en cargas de menos de 5cc cada 5 minutos, y posteriormente, pasados unos 30 minutos de la dosis de carga, se inicia la perfusión continua con Levobupivacaína 0,125% a 3-10ml/h. Además, se puede combinar con analgesia intravenosa mediante antiinflamatorios no esteroideos.

Entre sus efectos beneficiosos destacan:

- A nivel respiratorio, al tener menos dolor tiene una tos más efectiva, disminuyendo el riesgo de atelectasias y neumonías postoperatorias.

- Recuperación de la ventilación correcta más rápida y favorece a una extubación precoz en comparación con el uso de opioides.

- Efectos beneficiosos sobre el consumo de oxígeno, disminuyendo la presión arterial sistólica, la frecuencia cardíaca y las presiones de llenado del ventrículo izquierdo, sin afectar de forma significativa en el consumo de oxígeno.

- A nivel gastrointestinal, el bloqueo simpático de los nervios esplánicos produce un aumento del flujo esplácnico, lo que favorece la oxigenación y el flujo en las áreas de anastomosis (protector de las dehiscencias de sutura), y una recuperación más precoz de la función intestinal.

- Durante el periodo perioperatorio se genera un estado de hipercoagulabilidad, sin embargo, con la anestesia neuroaxial con anestésicos locales, se asocia a un aumento del flujo sanguíneo periférico, con una mejor preservación de la actividad fibrinolítica, atenuación del aumento de los factores de la coagulación, disminución de la viscosidad sanguínea y de la actividad plaquetaria.

- El estrés quirúrgico produce cambios sobre el sistema endocrino y metabólico, llevando al aumento de diversas hormonas y sustancias como catecolaminas, cortisol, glucosa, hormona antidiurética y del crecimiento. Sin embargo, la anestesia regional y fundamentalmente el uso de anestésicos locales por vía neuroaxial pueden llegar a abolir la respuesta neuroendocrina frente al estrés quirúrgico, lo que parece no ser posible con el uso de la anestesia general. Un ejemplo de ello es una menor resistencia a la insulina.

- Menor respuesta proinflamatoria con el uso de la TEA, en comparación con la anestesia general.

Por el contrario, tampoco nos podemos olvidar de los problemas y complicaciones que se nos pueden presentar con el uso de la TEA:

- Epidural inefectiva.

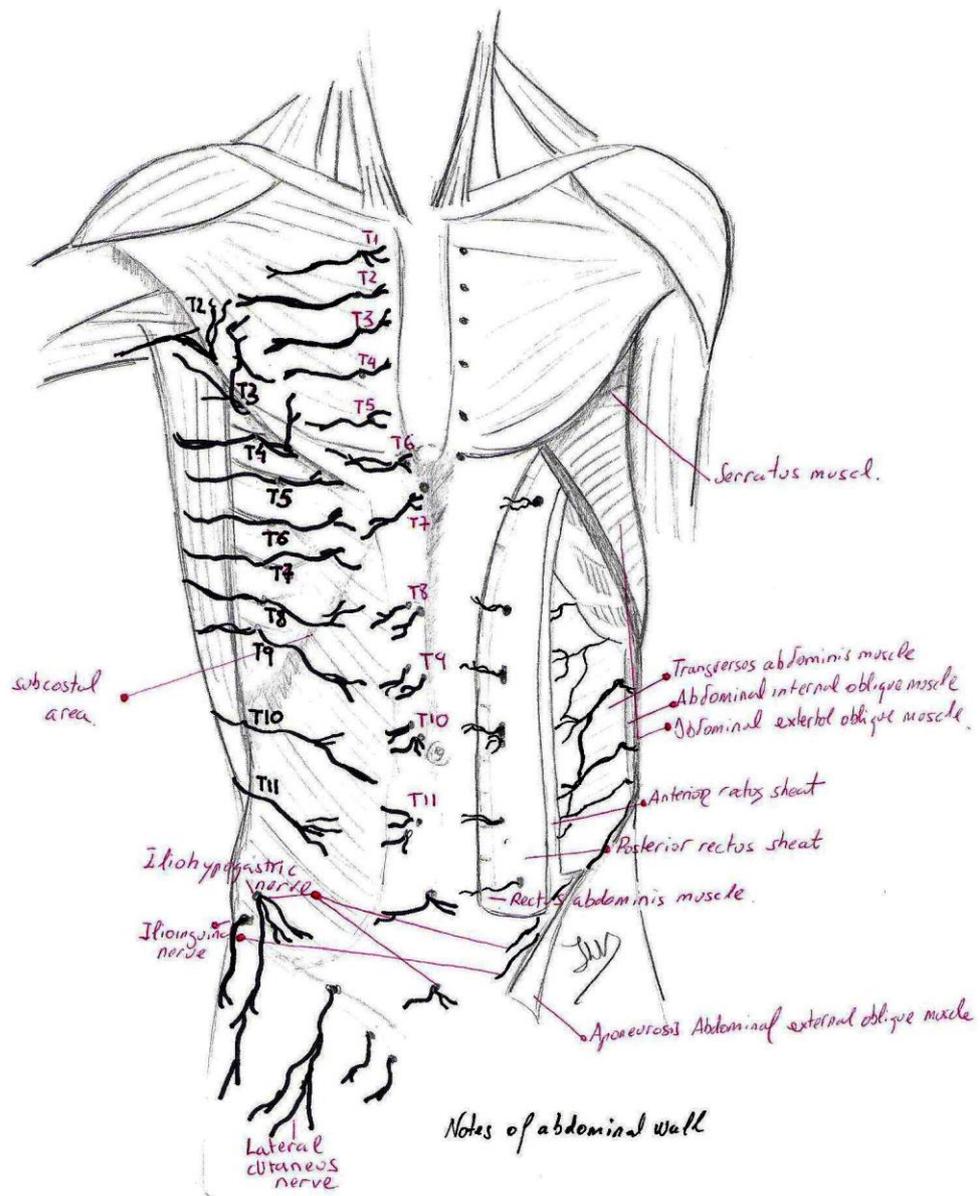
- Hipotensión, con la consecuente hipoperfusión y el uso de cristaloides para aumentar la tensión arterial, lo cual podría generar sobrecarga y afectar a la anastomosis.

- Movilidad precoz retardada por presencia de bloqueo motor.

- Lesión neurológica/ muerte.

La comparación entre el uso de TEA y el uso de opioides muestra mejores resultados en cuanto a analgesia, rápida tolerancia oral, mejor cicatrización de la anastomosis y una menor respuesta metabólica al estrés quirúrgico en pacientes con TEA; sin embargo, no se ha demostrado que reduzca la estancia hospitalaria ni la mortalidad, por lo que su uso en la cirugía laparoscópica está en debate, debido a su naturaleza invasiva y a sus posibles complicaciones.

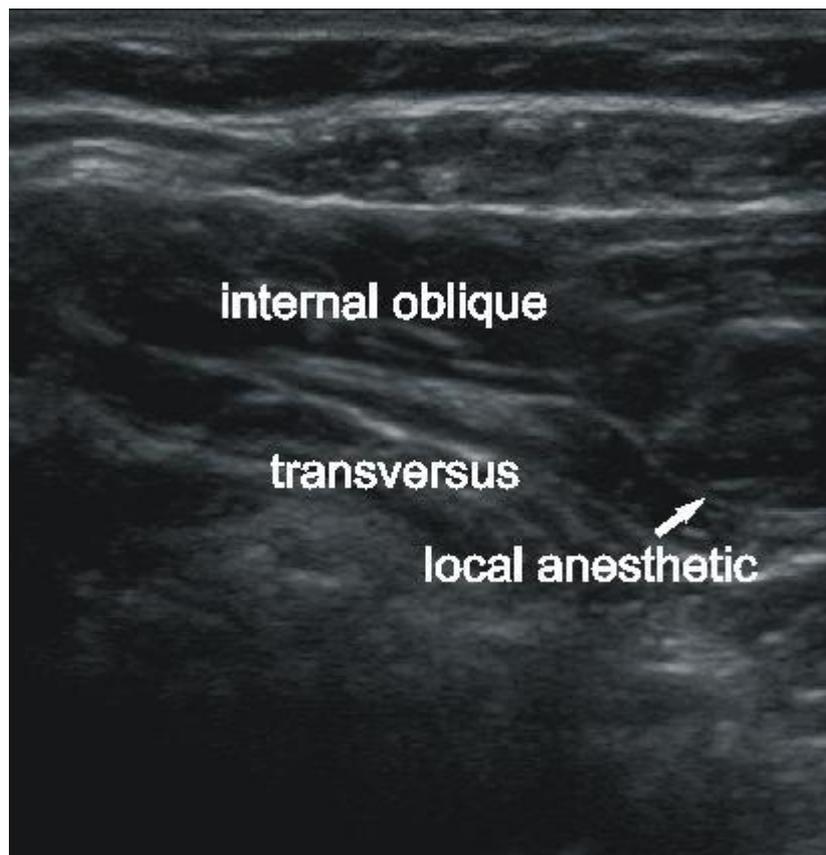
El objetivo debería ser retirar la epidural a las 48-72 horas después de la cirugía en el momento en que el paciente tenga una evacuación intestinal.



**Figura 2.** Inervación de la pared toracoabdominal.

B.-Como alternativa a la TEA podría utilizarse el **bloqueo del plano trasverso del abdomen (TAP)** ecoguiado, con el que se consigue un buen control analgésico en pacientes sometidos a cirugía abdominal abierta, disminuyendo el consumo de morfínicos hasta el 75%.

La inervación de la pared abdominal anterolateral surge desde las ramas anteriores de los nervios espinales T7 a L1, incluyendo: nervios intercostales (T7-T11), subcostal (T12) y el ileohipogástrico e ileoinguinal (L1); por lo que la inyección de anestésico local en este plano provee analgesia a la piel, músculos y peritoneo parietal desde T7 a L1. Figura 2.



**Figura 3.** Abordaje ecográfico del bloque del plano transverso (TAP).

Se trata de un bloqueo volumen dependiente, administrando unos 20-30 cc de anestésico local. Dicho bloqueo afecta al componente somático del dolor postoperatorio, careciendo de efecto sobre las aferencias viscerales, por lo que necesariamente se debe llevar a cabo a su vez una analgesia multimodal postoperatoria. Figura 3.

### **7.6.- MOVILIZACIÓN PRECOZ POSTOPERATORIA**

El reposo prolongado en cama se asocia no sólo con un aumento del riesgo de tromboembolismo, sino también con varios efectos no deseados, tales como la resistencia a la insulina, pérdida de la masa y fuerza muscular, empeoramiento de la función pulmonar y de la oxigenación tisular, o la aparición del íleo paralítico postoperatorio; complicaciones que se podrían evitar o mejorar con una movilización precoz. Sin embargo, y a pesar de todas las ventajas que nos ofrece, rara vez se moviliza a los pacientes en los primeros días del postoperatorio.

Para conseguir una movilización precoz es evidente que tenemos que contribuir en conseguir un control adecuado del dolor al paciente y limitar el uso de drenajes y sondas; sin olvidarnos de la influencia que tiene la motivación del propio paciente y de sus comorbilidades preexistentes.

Así pues, se recomienda que el paciente permanezca 2 horas fuera de la cama el mismo día de la intervención quirúrgica, y al menos 6 horas al día hasta el alta hospitalaria comenzando a andar por la habitación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.-Protocolo Fast Track Cirugía Colorectal. H.C.U. Lozano Blesa. Zaragoza.
- 2.-Gustafsson UO, Scott MJ, Schwenk W, Demartines N, Roulin D, Francis N, McNaught CE, MacFie J, Liberman AS, Soop M, Colina A, Kennedy RH, Lobo DN, Fearon K, Ljungqvist O. Guidelines for Perioperative Care in Elective Colonic Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS<sup>®</sup>) Society Recommendations. World Journal of Surgery. 2013; 37 (2): 259-284.
- 3-Nygren J, Thacker J, Carli F, Fearon KCH, Norderval S, Lobo DN, Ljungqvist, Soop M, Ramírez J. Guidelines for Perioperative Care in Elective Rectal/Pelvic Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS<sup>®</sup>) Society Recommendations. World Journal of Surgery. 2013; 37 (2): 285-305.
- 4.-Lassen K, Coolsen MME, Slim K, Carli F, Aguilar-Nascimento JE, Schafer M, Parks RW, Fearon KCH, Lobo DN, Demartines N. Guidelines for Perioperative Care for Pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS<sup>®</sup>) Society Recommendations. World Journal of Surgery. 2013; 37 (2): 240-258.
- 5.-Mateu Campos ML, Ferrándiz Sellés A, Gruartmoner de Vera G, Mesquida Febrer J, Sabatier Cloarec C, Poveda Hernández Y, García Nogales X. Técnicas disponibles de monitorización hemodinámica. Ventajas y limitaciones. Med Intensiva. 2012; 36 (6):434-444.

## **8.-RELAJACIÓN MUSCULAR. NUEVAS ALTERNATIVAS EN EL MANEJO DE LOS RELAJANTES MUSCULARES**

## 8.1.-BLOQUEO NEUROMUSCULAR:

### **Introducción:**

El uso rutinario de relajantes musculares en la práctica anestésica fue descrito por primera vez en 1942 por Griffith et al. con la administración de curares en anestesia balanceada en pacientes con respiración espontánea.

En 1946 un gran estudio con 1500 pacientes realizado por Gray y Halton expusieron los efectos beneficiosos del uso de relajantes musculares sobre las cuerdas vocales y esfínter faríngeo. Posteriormente en ese mismo año, Gray y Halton describieron el uso de relajantes musculares en “anestesia balanceada”, demostrando que el empleo de estos podía reducir las necesidades de barbitúricos y permitir el empleo de agentes inhalatorios reduciendo la frecuencia de laringoespasmos.

Desde estos dos históricos estudios, el uso de bloqueantes neuromusculares ha sido uno de los pilares fundamentales del acto anestésico.

### **Mecanismo de acción y clasificación:**

#### **Monitorización del bloqueo neuromuscular:**

Disponemos de métodos clínicos o instrumentales.

Los métodos clínicos están basados en la detección visual de movimientos de los músculos o en la detección clínica o a través de la monitorización de los ventiladores, de esfuerzos inspiratorios.

Los métodos instrumentales (mayormente empleados durante el acto anestésico) están basados en la estimulación eléctrica de un nervio motor periférico y en la detección subjetiva, ya sea visual o táctil, u objetiva de la respuesta contráctil del músculo inervado.

#### **Requisitos de la neuroestimulación:**

Para la correcta interpretación de las respuestas del músculo es imprescindible estimular sólo el nervio explorado, evitando la estimulación directa del propio músculo. La estimulación nerviosa se lleva a cabo mediante un neuroestimulador, capaz de aplicar una corriente eléctrica de forma rectangular y monofásica, de entre 0,1 a 0,3 ms, tiempo inferior al

período refractario de la unión neuromuscular. El electrodo negativo se debe colocar sobre la parte más superficial del nervio estimulado y el positivo a lo largo del nervio.

Se necesita aplicar una intensidad que sea capaz de estimular todas las unidades motoras del músculo (estimulación supramáxima). Habitualmente no generan intensidades superiores a 80mA para evitar la lesión del nervio.

### **Métodos de estimulación:**

Monitorización cualitativa: La respuesta del grupo muscular correspondiente se valorará de forma visual y/o táctil. Resulta poco precisa dada la subjetividad de la interpretación.

Monitorización cuantitativa: La estimulación es similar a la anterior aunque difiere en el método de registro de la respuesta.

Existen varios métodos de registro (mecanomiografía, electromiografía, cinemiografía, fonomiografía...), aunque el más comúnmente empleado en la práctica habitual es el de la *acelerometría* que es una medida de la aceleración de la respuesta muscular. Se basa en el efecto piezoeléctrico que genera una corriente eléctrica cuando se aplica una fuerza mecánica, según la segunda ley de Newton (fuerza= masa x aceleración).

### **Patrones de estimulación:**

Estímulo único (single twitch): Aplicación de un estímulo supramáximo con una frecuencia que oscila entre 0,1 y 1 Hz durante 0,2 ms. Se emplea como un control y su amplitud se compara con el valor basal.

Tren de cuatro (TOF): Consiste en la aplicación en 2 s (2 Hz) de 4 estímulos eléctricos supramáximos. En ausencia de bloqueo neuromuscular se obtienen 4 contracciones musculares iguales. Durante el bloqueo neuromuscular no despolarizante se produce un debilitamiento de la contracción con respuestas musculares decrecientes y, posteriormente, desaparición progresiva de cada una de ellas. La relación entre la cuarta y la primera respuesta se denomina relación del tren de cuatro (TOF-ratio). La cuarta respuesta desaparece cuando la ocupación de los receptores nicotínicos es cercana al 75%, la tercera aproximadamente al 80-85%, la segunda al 85-90% y no obtenemos ninguna cuando se han ocupado entre el 90 y el 100% de los receptores.

Esta estimulación se puede repetir periódicamente siempre y cuando se respete un pequeño intervalo entre estímulos, estimado en 10-20 s.

Nivel de BNM atendiendo al TOF:

- TOF 0 (ninguna respuesta) : 95-100% de los receptores bloqueados.
- TOF 1 (1 respuesta): más del 90% de los receptores están bloqueados.
- TOF 2 (2 respuestas): más del 80% de los receptores están bloqueados.
- TOF 3 (3 respuestas): más del 70% de los receptores están bloqueados.
- TOF 4 (4 respuestas): menos del 70% de los receptores bloqueados.

Cuenta postetánica (PTC): Aplicación repetida de estímulos simples de 1Hz , 3 segundos después de un estímulo tetánico (50 Hz durante 5 segundos), permite evaluar la intensidad del bloqueo neuromuscular.

Está basado en la facilitación de la transmisión neuromuscular una vez aplicado un estímulo tetánico de gran intensidad.

Su principal indicación es la evaluación de un bloqueo neuromuscular profundo en el que no existen respuestas a la estimulación única o al tren de cuatro.

Cuanto mayor sea el número de respuestas tras una estimulación postetánica, antes aparecerá la respuesta al primer componente del TOF; así con una respuesta PTC de 2 la primera respuesta al TOF aparecería entre 25-30 minutos después y con una respuesta PTC de 6 tardaría entre 5 y 10 minutos.

Para asegurar la parálisis diafragmática y ausencia de tos ,la estimulación PTC de nervios periféricos debería no tener respuesta.

Doble ráfaga: Consiste en aplicación de dos estimulaciones tetánicas cortas de 50 Hz de 750ms. Induce una respuesta de mayor magnitud que el tren de cuatro y ayuda a valorar la existencia de bloqueo neuromuscular residual.

La diferente intensidad de contracción de la segunda respuesta indicaría presencia de bloqueo residual; sin embargo, la obtención de ambas respuestas con la misma intensidad supone, en el 80% de los casos un TOF mayor de 0,6.

### **Estimulación nerviosa recomendada:**

La estimulación nerviosa más empleada y recomendada por todos los autores es la del nervio cubital, observando la respuesta contráctil en el músculo aductor del pulgar. Este músculo resulta más sensible a los relajantes musculares que los músculos abdominales y el diafragma, de manera que el cirujano puede experimentar relajación insuficiente o tensión en músculos abdominales y

diafragma aunque no detectemos respuesta contráctil mediante neuroestimulación. La parálisis de los músculos abdominales y del diafragma sólo podrá garantizarse mediante un bloqueo neuromuscular intenso, evaluado mediante una cuenta postetánica de 0.

En situaciones de pacientes con edema de extremidades importante o temperatura de la piel inferior a 32°, la alternativa recomendada para la monitorización del bloqueo neuromuscular es la estimulación del facial; bien a nivel preauricular para recoger la estimulación del músculo corrugador supercili o bien a nivel del agujero estilomastoideo para recoger la estimulación en el músculo orbicular.

### **Grados de bloqueo neuromuscular:**

Atendiendo a la estimulación del tren de cuatro y al contaje postetánico podemos diferenciar varios niveles de BNM. A continuación proponemos una de las clasificaciones establecidas, si bien es cierto que en la literatura podemos encontrar diferentes gradaciones en función de los estudios realizados.

|                      | <b>TOF</b> | <b>PTC</b> |
|----------------------|------------|------------|
| BNM intenso          | 0          | 0          |
| BNM profundo         | 0          | $\geq 1$   |
| BNM moderado         | 1-3        |            |
| Fase de recuperación | 4          |            |

### **Bloqueo neuromuscular profundo y cirugía laparoscópica:**

El abordaje laparoscópico supone uno de los grandes avances de la cirugía actual puesto que minimiza la agresión quirúrgica. Sin embargo, supone un nuevo reto para cirujanos y anestesiólogos ya que no está exenta de complicaciones.

Durante la cirugía laparoscópica, el CO<sub>2</sub> administrado para lograr el neumoperitoneo produce un importante aumento de la presión intraabdominal (generalmente de 1,6 a 2,1 kPa) empujando el

diafragma, con la consiguiente disminución de la complianza pulmonar e incrementando las presiones en la vía aérea.

La presión arterial media y las resistencias vasculares sistémicas y pulmonares aumentan, y al menos durante la fase precoz, se produce una reducción en el volumen sistólico y gasto cardiaco. En un estudio realizado mediante ecocardiografía transesofágica, con el empleo de un neumoperitoneo (15 cmH<sub>2</sub>O) se objetivó una disminución del 11% en el índice cardiaco y del 22% en el volumen sistólica, con un incremento del 14% y 19% de la frecuencia cardiaca y la presión arterial media respectivamente.

Además el neumoperitoneo produce una alteración de la función diastólica. disminuyendo el tiempo de llenado e impidiendo la relajación isovolumétrica. También predispone a arritmias cardiacas.

El empleo de bajas presiones de neumoperitoneo minimizaría todos estos efectos adversos, sin embargo no proporcionaría condiciones quirúrgicas óptimas especialmente en presencia de una relajación neuromuscular inadecuada.

El bloqueo neuromuscular profundo (PTC 0 y TOF 0) permite trabajar con presiones bajas de neumoperitoneo (< 7,5 mmHg) proporcionando condiciones quirúrgicas óptimas y minimizando la disfunción cardiaca asociada con el aumento de la presión intraabdominal, la intensidad del dolor postoperatorio, la incidencia de dolor a nivel del hombro y el consumo de analgésicos.

Uno de los grandes retos para el anesestesiólogo es el de mantener el bloqueo neuromuscular profundo hasta el final del acto quirúrgico pero minimizando las complicaciones derivadas del mismo.

Durante muchos años, el uso de relajantes neuromusculares ha supuesto un dilema entre la consecución de condiciones quirúrgicas óptimas y el riesgo de bloqueo residual. Este posible efecto residual de los BNM y se ha asociado con complicaciones respiratorias posquirúrgicas. Aunque no hay evidencia de que este hecho produzca mortalidad, sí se ha demostrado que produce morbilidad, ya que empeora la respuesta ventilatoria a la hipoxia y altera la función faríngea y deglutoria, con un aumento de riesgo de aspiración y otras complicaciones como atelectasias o neumonías.

La mejora en los sistemas de vigilancia intraoperatoria que nos permiten la medición de la profundidad anestésica y monitorización de la relajación neuromuscular, así como la aparición del nuevo agente reversos de la relajación neuromuscular: sugammadex, que permite la reversión de cualquier grado de BNM inducido con administración de rocuronio y vecuronio, han supuesto un avance muy importante en este campo permitiendo el mantenimiento de un nivel profundo de relajación neuromuscular reduciendo las complicaciones derivadas del mismo.

## 8.2.-Reversión del bloqueo neuromuscular

Durante más de 40 años, anticolinesterásicos como la neostigmina han sido ampliamente utilizados para la reversión del bloqueo neuromuscular. Diversos estudios han demostrado la eficacia de este fármaco para disminuir el bloqueo neuromuscular residual.

La neostigmina y otros inhibidores de la acetilcolinesterasa, tienen efectos indeseables muscarínicos, es siempre necesario utilizarlos junto a atropina o glicopirrolato para evitar la bradicardia, y la propia atropina también puede causarnos efectos adversos como taquicardia, boca seca o visión borrosa. Por esta razón, estos fármacos deben de evitarse en pacientes con cardiopatías o en asmáticos.

La dosis de neostigmina necesaria para revertir el bloqueo neuromuscular es de 0,04 mg/kg. El tiempo medio necesario para alcanzar un TOF de 0,9 cuando se administra neostigmina, tras la aparición de 2 respuestas en el TOF, es de unos 18 min, con importante variabilidad interindividual. Esto es importante porque está demostrado que un TOF menor de 0,9 se asocia a eventos respiratorios adversos, como obstrucción de vía aérea, volúmenes tidal reducidos, hipoxemia y complicaciones pulmonares postoperatorias.

Otro inconveniente de la neostigmina es que solo puede administrarse cuando ya ha comenzado a revertirse de forma espontánea, al menos las tras la aparición de la segunda respuesta del TOF, nunca debe administrarse con bloqueo neuromuscular profundo.

Sugammadex es una  $\gamma$ -ciclodextrina modificada, especialmente diseñada para encapsular la molécula de rocuronio. Es un mecanismo de acción nuevo y completamente diferente al de los inhibidores de acetilcolinesterasa. Cuando sugammadex entra en el torrente sanguíneo, las moléculas de rocuronio que están en sangre en equilibrio con los tejidos, son inmediatamente capturadas y la concentración de rocuronio libre en sangre desciende rápidamente, lo que crea un gradiente de concentración entre los tejidos y el plasma, con moléculas de rocuronio que pasan a sangre desde los tejidos y son de igual forma encapsuladas por moléculas libres de sugammadex. Este complejo rocuronio-sugammadex es eliminado por vía renal.

Sugammadex revierte de forma selectiva el bloqueo neuromuscular esteroideo de rocuronio y también vecuronio.

Es un fármaco actualmente muy empleado en anestesia y se debe tener en cuenta que puede interaccionar con diversas moléculas, entre ellas cortisona, hidrocortisona y aldosterona con una afinidad 120 veces menor que para rocuronio. Con atropina, verapamilo y ketamina la afinidad es entre 400 y 700 veces menor y las únicas moléculas descubiertas hasta ahora que son capaces de desplazar a rocuronio o vecuronio de su unión a sugammadex son toremifeno y ácido fusídico.

Con sugammadex tenemos una molécula que puede revertir un bloqueo intenso rápidamente siempre que lo usemos a la dosis apropiada, lo que nos permite mantener un bloqueo adecuado hasta el final de la cirugía y convierte la anestesia en una técnica mucho más segura.

Se recomienda la administración de una dosis de 2 mg/kg de peso de sugammadex si se ha producido recuperación espontánea hasta al menos la reaparición del T2 tras el bloqueo inducido por rocuronio o vecuronio (bloqueo moderado). El tiempo medio para recuperar el ratio T4/T1 a 0,9 es de alrededor de 2 minutos.

Se recomienda la administración de una dosis de 4 mg/kg de sugammadex si la recuperación ha alcanzado al menos 1-2 respuestas del contaje post-tetánico (PTC) tras el bloqueo inducido por rocuronio o vecuronio (bloqueo profundo). El tiempo medio para recuperar el ratio T4/T1 a 0,9 es de alrededor de 3 minutos.

Si se administra a dosis de 16 mg/kg a los 3 minutos de una dosis de 1,2 mg/kg de rocuronio (bloqueo intenso) puede esperarse la recuperación del ratio T4/T1 en alrededor de 1,5 minutos.

Hay grupos de pacientes que precisan consideraciones especiales con el uso de este fármaco. En insuficiencia renal leve o moderada las recomendaciones de dosis son las mismas que en pacientes sanos, pero en casos de insuficiencia renal grave o aquellos que precisen diálisis no está recomendado su uso. En ancianos el tiempo de recuperación puede verse alargado, pero las dosis deben ser las mismas. En niños mayores de 2 años se recomienda su uso a dosis habituales, pero en niños menores de 2 años y neonatos no hay estudios suficientes que determinen su seguridad.

Tras la reversión con sugammadex hay que esperar al menos 5 minutos como mínimo para volver a administrar rocuronio a dosis de 1,2 mg/kg, este bloqueo puede tardar en establecerse unos 4 minutos y tener una duración de 15 minutos únicamente. A las 4 horas de la administración de sugammadex ya puede usarse rocuronio a dosis habitual de 0,6 mg/kg. Ante la duda, o si se necesita un bloqueo neuromuscular en menos tiempo del necesario de espera se debería utilizar un bloqueante neuromuscular no esteroideo.

Sugammadex ha demostrado ser uno de los descubrimientos más importantes de la anestesia de los últimos años, ha conseguido que la práctica diaria de la anestesiología sea algo más sencilla y sobre todo más segura, evitando prácticamente la totalidad del bloqueo residual tras una anestesia general, siempre y cuando se utilice a las dosis adecuadas. A pesar de todo, el uso de los inhibidores de la acetilcolinesterasa no va a desaparecer a corto plazo de nuestra vida como anestesiólogos ya que relajantes como cisatracurio o atracurio precisan de su administración para la reversión de sus efectos.

## **Anexos**

## **Anexos nutrición**

# ANEXO 1

| <b>Estado nutricional alterado</b> |  | <b>Severidad de la enfermedad<br/>(Requerimientos incrementados)</b> |  |
|------------------------------------|--|--|--|
| Ausente:<br>SCORE 0                | Estado nutricional normal  | Ausente:<br>SCORE 0  | Requerimientos nutricionales normales  |
| Leve:<br>SCORE 1                   | Pérdida peso mayor 5% en 3 meses o disminución de la ingesta (50-75% de los requerimientos de la semana anterior)  | Leve:<br>SCORE 1   | Fractura cadera, pacientes crónicos (cirróticos, hemodiálisis crónica, diabetes, oncológicos)        |
| Moderado:<br>SCORE 2               | Pérdida de peso mayor 5% en 2 meses o IMC 18,5-20,5 + alteraciones condiciones generales o disminución ingesta (25-60% de los requerimientos normales de la semana anterior) | Moderada:<br>SCORE 2   | Cirugía mayor abdominal, neumonía severa, enfermedad hematológica maligna                            |
| Severa:<br>SCORE 3                 | Pérdida de peso mayor 5% en un mes (mayor del 15% en 3 meses) o IMC menor a 18,5 + alteración estado general o disminución ingesta (0-25% requerimientos semana previa)      | Severa:<br>SCORE 3   | Lesiones craneales, trasplante médula ósea, pacientes ingresados en cuidados intensivos (Apache >10) |

SI paciente mayor de 70 años: Añadir 1 punto al score total.

TOTAL SCORE:

Score mayor o igual 3: Paciente nutricionalmente en riesgo. Plan de cuidados nutricionales debe ser iniciado.

Score menor 3: Reescrining semanal del paciente. Si el paciente está programado para una cirugía mayor, considerar plan de cuidados nutricionales preventivos para evitar el estado de riesgo asociado.

### **ESPEN GUIDELINES FOR NUTRITIONAL RISK SCREENING**

## ANEXO 2

| <b>DATO CLINICO</b>              | <b>A</b>    | <b>B</b>                | <b>C</b>        |
|----------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------|
| Pérdida peso                     | <5%         | 5-10%                   | >10%            |
| Alimentación                     | Normal      | Deterioro leve/moderado | Deterioro grave |
| Impedimentos para ingesta        | NO          | Leve/Moderado           | Graves          |
| Deterioro actividad              | NO          | Leve/Moderado           | Grave           |
| Edad                             | < o = 65    | > 65                    | > 65            |
| Ulceras por presión              | NO          | NO                      | SI              |
| Fiebre/Corticoides               | NO          | Leve/Moderada           | Elevada         |
| Tratamiento antineoplásico       | Bajo riesgo | Medio riesgo            | Alto riesgo     |
| Pérdida adiposa                  | NO          | Leve/Moderada           | Elevada         |
| Pérdida muscular                 | NO          | Leve/Moderado           | Elevada         |
| Edemas/Ascitis                   | NO          | Leve/Moderados          | Importantes     |
| Albúmina (previa al tratamiento) | > 3,5       | 3-3,5                   | < 3             |
| Prealbúmina (tras tratamiento)   | > 18        | 15-18                   | < 15            |

## **CUESTIONARIO DE VALORACION GLOBAL SUBJETIVA**

A: Buen estado nutricional

B: Malnutrición moderada o riesgo de malnutrición

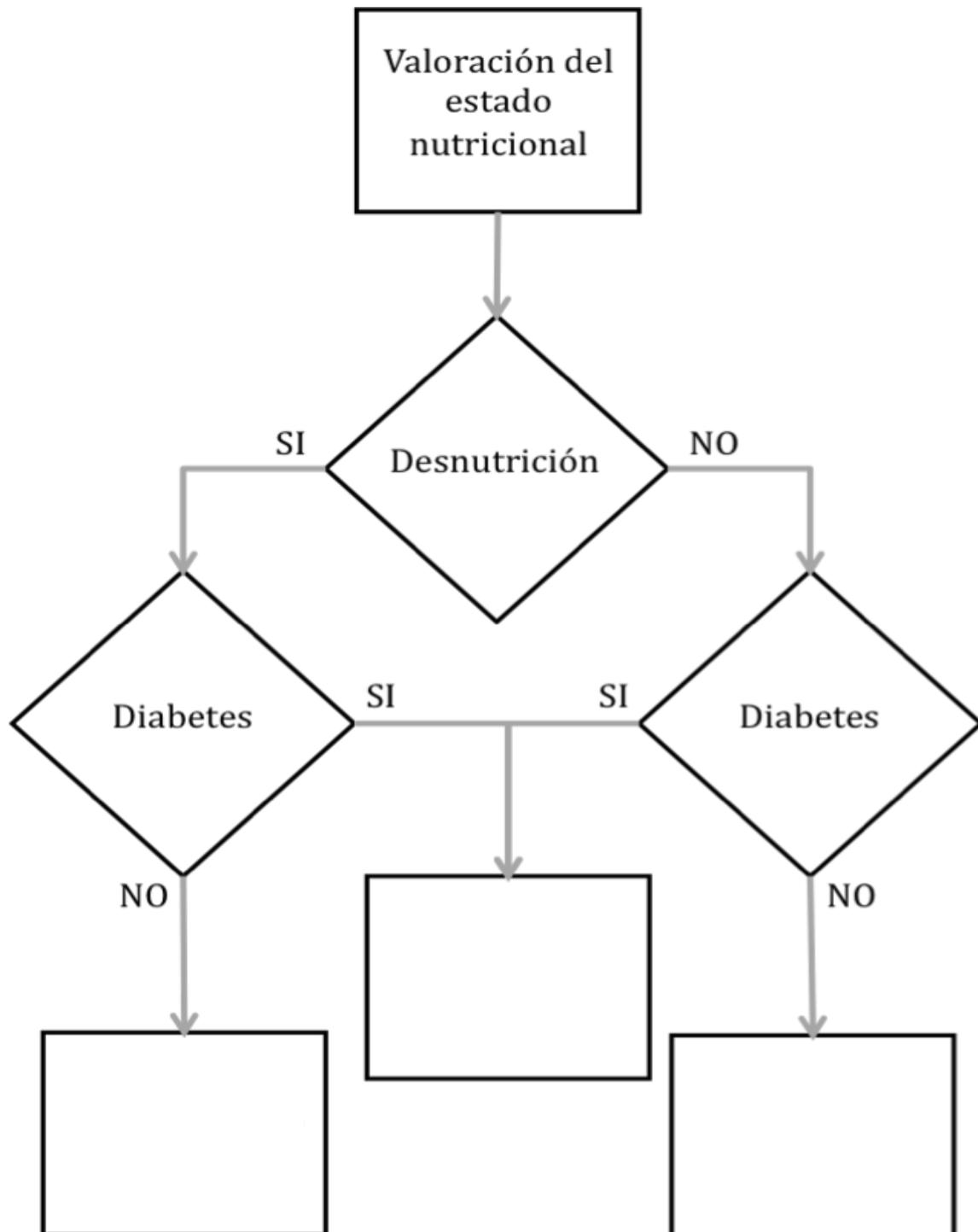
C: Malnutrición grave

## ANEXO 3

|                          | Sin déficit | Desnutrición leve | Desnutrición moderada | Desnutrición severa |
|--------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Albúmina (g/dl)          | $\geq 3,5$  | 3-3,49            | 2,50-2,99             | $< 2,5$             |
| Transferrina (mg/dl)     | $> 175$     | 150-175           | 100-150               | $< 100$             |
| Prealbúmina (mg/dl)      | 17-29       | 10-15             | 5-10                  | $< 5$               |
| Linfocitos totales/ml    | $\geq 1600$ | 1200-1599         | 800-1199              | $< 800$             |
| Colesterol total (mg/ml) | $\geq 180$  | 140-179           | 100-139               | $< 100$             |

### VALORACIÓN ESTADO NUTRICIONAL SEGÚN PARÁMETROS BIOQUÍMICOS

## ANEXO 4



**PROTOCOLO NUTRICIÓN EN PREHABILITACIÓN**

## **Anexos cognición**

# ANEXO 1

| Dimensión                   | N.º de ítems | Significado de las puntuaciones de 0 a 100  |  |
|-----------------------------|--------------|---|--|
|                             |              | «Peor» puntuación (0)   | «Mejor» puntuación (100)   |
| Función física              | 10           | Muy limitado para llevar a cabo todas las actividades físicas, incluido bañarse o ducharse, debido a la salud         | Lleva a cabo todo tipo de actividades físicas incluidas las más vigorosas sin ninguna limitación debido a la salud |
| Rol físico                  | 4            | Problemas con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física   | Ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física                                |
| Dolor corporal              | 2            | Dolor muy intenso y extremadamente limitante  | Ningún dolor ni limitaciones debidas a él  |
| Salud general               | 5            | Evalúa como mala la propia salud y cree posible que empeore   | Evalúa la propia salud como excelente  |
| Vitalidad                   | 4            | Se siente cansado y exhausto todo el tiempo   | Se siente muy dinámico y lleno de energía todo el tiempo   |
| Función social              | 2            | Interferencia extrema y muy frecuente con las actividades sociales normales, debido a problemas físicos o emocionales | Lleva a cabo actividades sociales normales sin ninguna interferencia debido a problemas físicos o emocionales      |
| Rol emocional               | 3            | Problemas con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales                                   | Ningún problema con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales                          |
| Salud mental                | 5            | Sentimiento de angustia y depresión durante todo el tiempo  | Sentimiento de felicidad, tranquilidad y calma durante todo el tiempo  |
| Ítem de Transición de salud | 1            | Cree que su salud es mucho peor ahora que hace 1 año  | Cree que su salud general es mucho mejor ahora que hace 1 año  |

## CONTENIDO DE LAS ESCALAS INCLUIDAS EN EL TEST SF36

## ANEXO 2 Test SF36

**Instrucciones:** las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales.

Conteste cada pregunta tal como se indica. Si no está seguro/a de cómo responder a una pregunta, por favor conteste lo que le parezca más cierto.

1. En general, ¿diría usted que su salud es: (marque un solo número.)
 

|                  |   |
|------------------|---|
| excelente? ..... | 1 |
| muy buena? ..... | 2 |
| buen a? .....    | 3 |
| regular? .....   | 4 |
| mala? .....      | 5 |
  
2. ¿Cómo calificaría usted su estado general de salud actual, comparado con el de hace un año? (Marque un solo número.)
 

|   |   |
|---|---|
| Mucho mejor ahora que hace un año .....       | 1 |
| Algo mejor ahora que hace un año .....        | 2 |
| Más o menos igual ahora que hace un año ..... | 3 |
| Algo peor ahora que hace un año .....         | 4 |
| Mucho peor ahora que hace un año .....        | 5 |
  
3. Las siguientes preguntas se refieren a actividades que usted puede hacer durante un día normal. ¿Su estado de salud actual lo/la limita en estas actividades? Si es así, ¿cuánto? (Marque un número en cada línea.)
 

|  | Sí, me limita<br>mucho | Sí, me limita<br>poco | No, no me limita<br>para nada |
|--|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| a. Actividades intensas, tales como correr, levantar objetos pesados, participar en deportes agotadores                      | 1                      | 2                     | 3                             |
| b. Actividades moderadas, tales como mover una mesa, empujar una aspiradora, trapear, lavar, jugar fútbol, montar bicicleta. | 1                      | 2                     | 3                             |
| c. Levantar o llevar las bolsas de compras   | 1                      | 2                     | 3                             |
| d. Subir varios pisos por las escaleras  | 1                      | 2                     | 3                             |
| e. Subir un piso por la escalera   | 1                      | 2                     | 3                             |
| f. Agacharse, arrodillarse o ponerse en cuclillas  | 1                      | 2                     | 3                             |
| g. Caminar más de un kilómetro (10 cuadras)  | 1                      | 2                     | 3                             |
| h. Caminar medio kilómetro (5 cuadras)   | 1                      | 2                     | 3                             |
| i. Caminar cien metros (1 cuadra)  | 1                      | 2                     | 3                             |
| j. Bañarse o vestirse  | 1                      | 2                     | 3                             |
  
4. Durante las últimas cuatro semanas, ¿ha tenido usted alguno de los siguientes problemas con su trabajo u otras actividades diarias normales a causa de su salud física? (Marque un número en cada línea.)
 

|  | Sí | No |
|--|----|----|
| a. ¿Ha disminuido usted el tiempo que dedicaba al trabajo u otras actividades?                                   | 1  | 2  |
| b. ¿Ha podido hacer menos de lo que usted hubiera querido hacer?   | 1  | 2  |
| c. ¿Se ha visto limitado/a en el tipo de trabajo u otras actividades?  | 1  | 2  |
| d. ¿Ha tenido dificultades en realizar su trabajo u otras actividades (por ejemplo, le ha costado más esfuerzo)? | 1  | 2  |

5. Durante las últimas cuatro semanas, ¿ha tenido usted alguno de los siguientes problemas con su trabajo u otras actividades diarias normales a causa de algún problema emocional (como sentirse deprimido/a o ansioso/a)? (Marque un número en cada línea.)

|  | Sí | No |
|--|----|----|
| a. ¿Ha disminuido el tiempo que dedicaba al trabajo u otras actividades?   | 1  | 2  |
| b. ¿Ha podido hacer menos de lo que usted hubiera querido hacer?           | 1  | 2  |
| c. ¿Ha hecho el trabajo u otras actividades con menos cuidado de lo usual? | 1  | 2  |

6. Durante las últimas cuatro semanas, ¿en qué medida su salud física o sus problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales normales con su familia, amigos, vecinos u otras personas? (Marque un solo número.)

|                        |   |
|------------------------|---|
| Nada en absoluto ..... | 1 |
| Ligeramente .....      | 2 |
| Moderadamente .....    | 3 |
| Bastante .....         | 4 |
| Extremadamente .....   | 5 |

7. ¿Cuánto dolor físico ha tenido usted durante las últimas cuatro semanas? (Marque un solo número.)

|                 |   |
|-----------------|---|
| Ninguno .....   | 1 |
| Muy poco .....  | 2 |
| Poco .....      | 3 |
| Moderado .....  | 4 |
| Mucho .....     | 5 |
| Muchísimo ..... | 6 |

8. Durante las últimas cuatro semanas, ¿cuánto ha dificultado el dolor su trabajo normal (incluyendo tanto el trabajo fuera del hogar como las tareas domésticas)? (Marque un solo número.)

|                        |   |
|------------------------|---|
| Nada en absoluto ..... | 1 |
| Un poco .....          | 2 |
| Moderadamente .....    | 3 |
| Bastante .....         | 4 |
| Extremadamente .....   | 5 |

9. Las siguientes preguntas se refieren a cómo se siente usted y a cómo le han salido las cosas durante las últimas cuatro semanas. En cada pregunta, por favor elija la respuesta que más se aproxime a la manera como se ha sentido usted.

¿Cuánto tiempo durante las últimas cuatro semanas...

(Marque un número en cada línea.)

|   | Siempre | Casi siempre | Muchas veces | Algunas veces | Casi nunca | Nunca |
|---|---------|--------------|--------------|---------------|------------|-------|
| a. se ha sentido lleno/a de vitalidad?                                  | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| b. ha estado muy nervioso/a?  | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| c. se ha sentido con el ánimo tan decaído/a que nada podría animarlo/a? | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| d. se ha sentido tranquilo/a y sereno/a?                                | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| e. ha tenido mucha energía?   | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| f. se ha sentido desanimado/a y triste?                                 | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| g. se ha sentido agotado/a?   | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| h. se ha sentido feliz?   | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |
| i. se ha sentido cansado/a?   | 1       | 2            | 3            | 4             | 5          | 6     |

10. Durante las últimas cuatro semanas, ¿cuánto tiempo su salud física o sus problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales (como visitar amigos, parientes, etc.)?

(Marque un solo número.)

- Siempre ..... 1
- Casi siempre ..... 2
- Algunas veces..... 3
- Casi nunca ..... 4
- Nunca ..... 5

11. ¿Cómo le parece cada una de las siguientes afirmaciones?

(Marque un número en cada línea.)

|  | Totalmente<br>cierta | Bastante<br>cierta | No sé | Bastante<br>falsa | Totalmente<br>falsa |
|--|----------------------|--------------------|-------|-------------------|---------------------|
| a. Me parece que me enfermo más fácilmente que otras personas. | 1                    | 2                  | 3     | 4                 | 5                   |
| b. Estoy tan sano/a como cualquiera.                           | 1                    | 2                  | 3     | 4                 | 5                   |
| c. Creo que mi salud va a empeorar.                            | 1                    | 2                  | 3     | 4                 | 5                   |
| d. Mi salud es excelente.                                      | 1                    | 2                  | 3     | 4                 | 5                   |

## ANEXO 3 Escala HADS

| Ítems   | Nunca | Casi nunca | De vez en cuando | A menudo | Muy a menudo |
|---|-------|------------|------------------|----------|--------------|
| 1 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?  | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 2 En el último mes; ¿con qué frecuencia se ha sentido incapaz de controlar las cosas importantes de su vida?                                    | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 3 En el último mes; ¿con qué frecuencia se ha sentido nervioso o estresado?   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 4 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha manejado con éxito los pequeños problemas irritantes de la vida?                                     | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 5 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que ha afrontado efectivamente los cambios importantes que han estado ocurriendo en su vida? | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 6 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado seguro sobre su capacidad para manejar sus problemas personales?                              | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 7 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las cosas le van bien?   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 8 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que no podía afrontar todas las cosas que tenía que hacer?                                   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 9 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar las dificultades de su vida?  | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 10 En el último mes, ¿con qué frecuencia se ha sentido con el control de todo?  | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 11 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha estado enfadado porque las cosas que le han ocurrido estaban fuera de su control?                   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 12 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha pensado sobre las cosas que le quedan por lograr?   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 13 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha podido controlar la forma de pasar el tiempo?   | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |
| 14 En el último mes, ¿con qué frecuencia ha sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puede superarlas?                             | 0     | 1          | 2                | 3        | 4            |

UNA PUNTUACIÓN DE 0-7 indica que no hay depresión o ansiedad.

UNA PUNTUACIÓN DE 0-10 indica “posible” depresión o ansiedad.

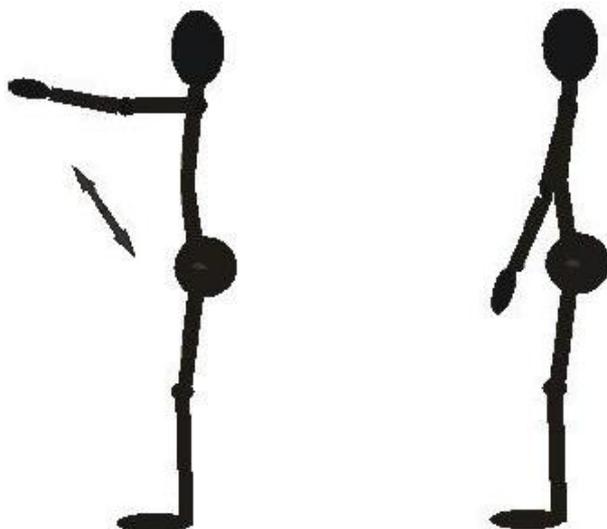
UNA PUNTUACIÓN DE 11-21 indica DEPRESION O ANSIEDAD SIGNIFICATIVA.

## **Anexos ejercicio**

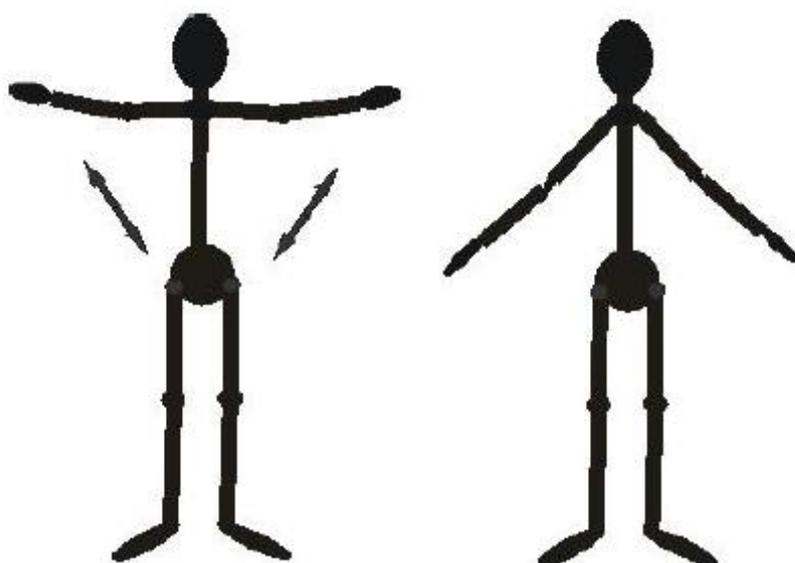
# ANEXO 1

## EJERCICIOS RESPIRATORIOS

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio



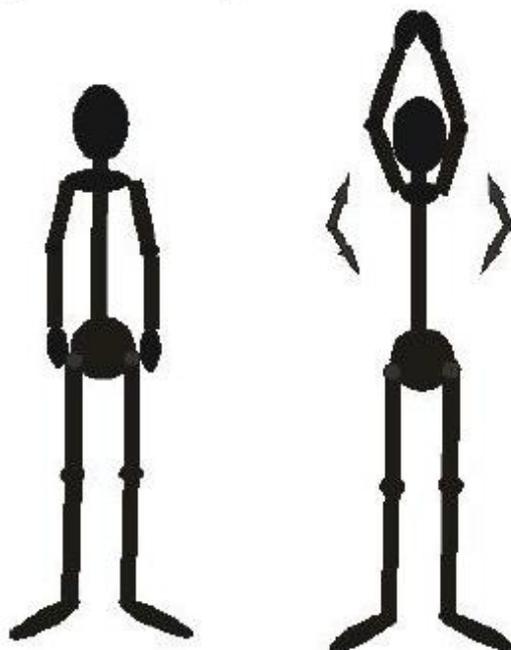
*Elevar los brazos paralelos por delante del cuerpo mientras se realiza una inspiración y descenderlos con la espiración.*



*Elevar los brazos en cruz con las palmas de las manos abiertas a la vez que se realiza una inspiración y descenderlas con la espiración.*

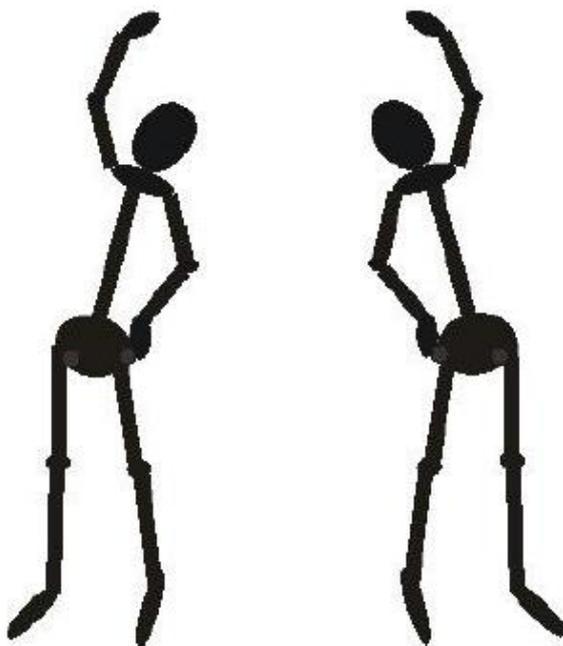
## EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio



*Extender los brazos por encima de la cabeza con las piernas juntas y estiradas lo máximo posible.*

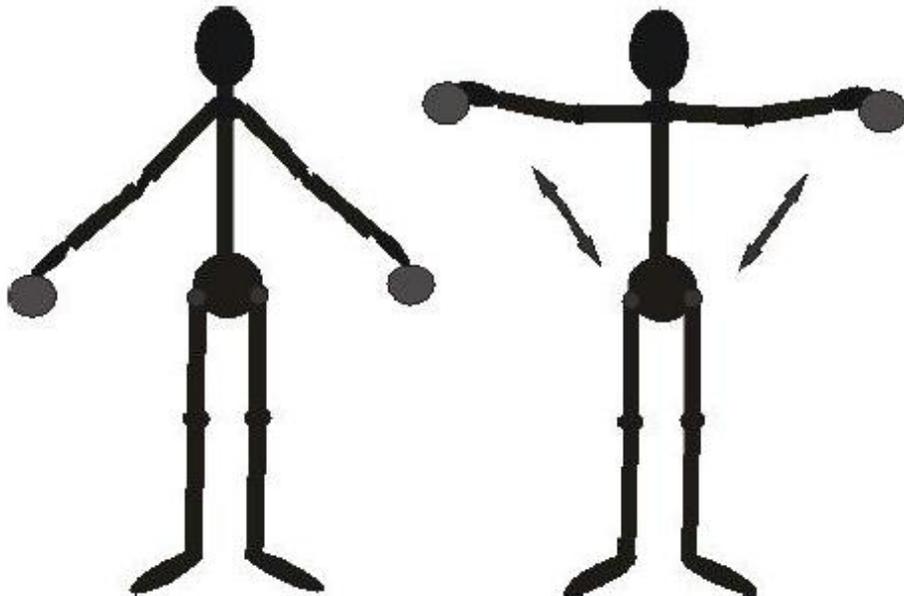
---



*Con el brazo hiperextendido y la mano contraria en la cadera, flexionar el tronco lateralmente. Después, sin mover las piernas, rotar el tronco y extender ambos brazos hacia delante como para empujar una pared, de forma alternativa.*

## ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA MUSCULAR

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio



*Con una pesa en cada mano, se elevan los brazos extendidos hasta altura de los hombros*



*Con las piernas en semiflexión, una pesa en cada mano y los brazos extendidos hacia delante, desplazar hacia abajo alternativamente los brazos unos 45° aproximadamente.*

## **Otros anexos**

# ANEXO 1



|                                    |
|------------------------------------|
| 1er Apellido.....                  |
| 2º Apellido .....                  |
| Nombre.....nº Historia.....        |
| Fecha ..... Cama.....Servicio..... |

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACIÓN DE TEST DE LA MARCHA DE LOS 6 MINUTOS

El Test de la Marcha de los 6 minutos es una prueba no invasiva con fines pronósticos para pacientes con determinadas cardiopatías, que también ayuda a seleccionar el tratamiento más adecuado y evaluar la respuesta al mismo.

Permite estudiar la respuesta del corazón, del sistema respiratorio y muscular al ejercicio físico realizado en áreas habituales. Se valoran fundamentalmente la distancia recorrida durante la prueba, así como la sensación de cansancio, frecuencia cardíaca, tensión arterial y saturación de oxígeno antes y después del ejercicio.

Se realiza caminando en un pasillo durante 6 minutos. Generalmente hay un aumento progresivo del cansancio, de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca. La prueba se suspende si aparecen signos o síntomas de alarma. Durante la prueba se está monitorizando en continuo su frecuencia cardíaca y su saturación de oxígeno en sangre capilar, con lo que sabemos en todo momento su situación.

### RIESGOS

Los riesgos son muy escasos, ocasionalmente pueden presentarse entre otros caída de la saturación de oxígeno, extrasístoles, disnea intensa, síncope. De presentarse, se suspende la prueba. Esta Unidad dispone de medidas de soporte vital cardiorrespiratorio.

Antes de comenzar la prueba debe indicar toda la medicación que esté tomando.

Otros riesgos o complicaciones que podrían aparecer dada su situación clínica y sus circunstancias personales son:

.....  
.....

Esta prueba esta preferiblemente indicada en su caso. Si antes de firmar este consentimiento desea más información no dude en pedirla. Si además desea conocer otras posibles alternativas diferentes no tenga reparo en preguntar, se le atenderá con mucho gusto.

## DECLARACIONES Y FIRMAS

He recibido información clara y sencilla oral y por escrito, acerca del procedimiento que se me va a realizar.

El médico que me atiende me ha explicado de forma satisfactoria qué es, como se realiza y para qué sirve el test de los seis minutos. También me ha explicado los riesgos posibles y remotos, así como los riesgos en relación con mis circunstancias clínicas personales y las consecuencias que pudieran derivarse de mi negativa.

He recibido respuestas a todas mis preguntas, he comprendido todo lo anterior perfectamente y comprendo que la decisión que tomo es libre y voluntaria. Por ello, doy mi consentimiento pudiendo retirarlo cuando lo crea oportuno y deberé informarle al equipo médico del cambio de decisión.

## CONSENTIMIENTO

D/D<sup>ña</sup> .....manifiesta que ha recibido información suficiente y en términos comprensibles para tomar la decisión de acuerdo con su propia y libre voluntad y presta su consentimiento y autorización a la práctica de la intervención reseñada

En Zaragoza a ..... de ..... de .....

Firma de médico

Firma de paciente

Nº Colegado

## DENEGACIÓN DE CONSENTIMIENTO

D/D<sup>ña</sup> .....decido no dar mi consentimiento para que se efectúe la intervención reseñada. Me han sido explicadas, entiendo y asumo las repercusiones que esta decisión pudiera ocasionar sobre la evolución del proceso

En Zaragoza a ..... de ..... de .....

Firma de paciente

## REVOCACIÓN

D/D<sup>ña</sup> .....retiro mi consentimiento prestado anteriormente, sin que sea necesario aducir justificación alguna.

En Zaragoza a ..... de ..... de .....

Firma de paciente

## ANEXO 2

### INSTRUCCIONES PARA TRATAMIENTO DE PREHABILITACIÓN

LLEVAR A CABO HASTA EL DÍA DE INGRESO EN HOSPITAL PARA INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

1.-Llevará una vida lo menos sedentaria posible y un dieta adecuada a su estado nutricional

2.-Realizará ejercicio aeróbico a días alternos y este consistirá en:

A.- Caminar a ritmo rápido durante 15 /20 /30 minutos  
(Hasta alcanzar frecuencia tolerable de acuerdo a su estado funcional)

O

B.- Subir y bajar escaleras (dos pisos) durante 15 /20 /30 minutos.

3.-Terapia nutricional pautada:

4.- Todos los días realizará los siguientes ejercicios

#### EJERCICIOS RESPIRATORIOS

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio

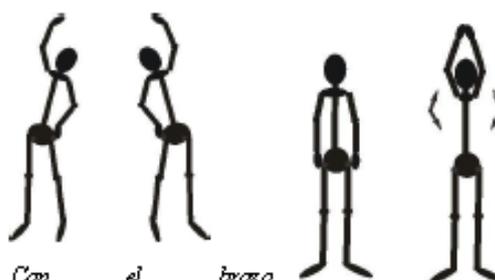


Elevar los brazos paralelos por delante del cuerpo mientras se realiza una inspiración y descenderlos con la espiración.

Elevar los brazos en cruz con las palmas de las manos abiertas a la vez que se realiza una inspiración y descenderlos con la espiración.

#### EJERCICIOS DE FLEXIBILIDAD

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio



Con el brazo hiperextendido y la mano contraria en la cadera, flexionar el tronco lateralmente. Después, sin mover las piernas, rotar el tronco y extender ambos brazos hacia delante como para empujar una pared de forma alternativa.

Extender los brazos por encima de la cabeza con las piernas juntas y estiradas lo máximo posible.

#### ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA MUSCULAR

Realizar 10 repeticiones en cada ejercicio



Con una pesa en cada mano, se elevan los brazos extendidos hasta altura de los hombros

Con las piernas en semiflexión, una pesa en cada mano y los brazos extendidos hacia delante, desplazar hacia abajo alternativamente los brazos unos 45° aproximadamente.

5.- Terapia cognitiva:

1.-Relajación 15 minutos: mañana/ tarde/ noche

2.-Treinta minutos antes de acostarse se tomará el ansiolítico prescrito.





