

INSTRUCCIÓN ORTOPÉDICA DE POSGRADO

La rehabilitación en ortopedia y traumatología

Parte I

NELSON E. FREIS

Universidades Maimónides y Favaloro, Buenos Aires

Históricamente, la rehabilitación fue considerada un pariente pobre de la medicina. Se prestaba poco interés a este aspecto de la recuperación de las distintas enfermedades y condiciones discapacitantes y su aplicación quedaba a cargo de personal escasamente calificado, que fundamentaba sus tratamientos sólo en la experiencia.

Por fortuna, esta situación se ha modificado radicalmente en los últimos años, lo cual permitió mejorar la calidad de vida de innumerable cantidad de pacientes.

La rehabilitación es hoy una actividad sofisticada que fundamenta sus procedimientos en los conocimientos actuales sobre ciencia básica, fisiopatología y biomecánica, entre otras disciplinas.

La incorporación de nuevas modalidades fisioterápicas, como la electromiografía de superficie (*biofeedback*) o las modernas técnicas de electroestimulación, así también la aparición de nuevas técnicas, como la rehabilitación propioceptiva y el mayor conocimiento de los sistemas de control motor han contribuido en gran medida en este sentido.³

Resulta innegable la importancia que tiene la rehabilitación en nuestra especialidad. Trataremos entonces de delinear sus aspectos más trascendentes y sus alcances, pero antes es imprescindible definir qué es rehabilitación:

“Rehabilitación es el conjunto de procedimientos dirigidos a permitir que un individuo alcance el máximo potencial físico, psicológico y social, compatible con su deficiencia funcional o anatómica”.

A diferencia de la visión clásica de la medicina, que pone el acento en el diagnóstico y en el tratamiento de una determinada condición mórbida, la rehabilitación produce múltiples intervenciones dirigidas a ambos: la causa y los efectos del daño de la enfermedad.

La medicina del paciente discapacitado apunta a tres aspectos del proceso mórbido.

Un primer aspecto se refiere a las secuelas orgánicas de una determinada condición patológica; por ejemplo, la rigidez posinmovilización en una fractura; es lo que se denomina deficiencia.

Esta deficiencia condiciona un segundo aspecto funcional: la discapacidad, que es la inhabilidad de una persona para realizar una tarea o actividad (discapacidad de marcha, de traslado, etc.). Un tercer aspecto, pero no menos importante, es el social, el cual se refiere a la pérdida de los roles con relación a la discapacidad (p. ej., el rol laboral).

El objetivo de los programas de rehabilitación es maximizar las capacidades remanentes a fin de obtener la mayor independencia de los pacientes.

Rehabilitación ortopédica

Como ya se mencionó, queda fuera de toda discusión la trascendental importancia que adquieren los procesos de rehabilitación en Ortopedia y Traumatología.

Sin duda, toda afección o enfermedad capaz de condicionar secuelas o convalecencias prolongadas se beneficia con la implementación de un programa de rehabilitación. Por lo tanto, existirán tantas modalidades de rehabilitación como especialidades médicas se quieran considerar. Así, existe una rehabilitación neurológica, reumatológica, cardiovascular, traumatológica, con sus respectivas subespecialidades: neurodesarrollo, lesionados medulares, EPOC, etc.

Este artículo pretende aportar elementos para la mejor comprensión de estos procesos en el ámbito de la Ortopedia y la Traumatología.

Un programa de rehabilitación ortopédica y traumatólogica es básicamente un programa diseñado para pacientes con discapacidades musculoesqueléticas debidas a enfermedades, traumatismos o cirugía y que tiene por fina-

Recibido el 12-9-2006.

Correspondencia:

Dr. NELSON E. FREIS
nfreismd@hotmail.com
nfreismd@ciudad.com.ar

lidad mejorar la capacidad funcional, reducir los síntomas y retornar al paciente a su actividad habitual en el menor tiempo posible.⁵

Son innumerables los trastornos que se pueden mejorar con un programa de rehabilitación ortopédica; a modo ilustrativo podemos mencionar los siguientes:

- Entesopatías insercionales (epicondilitis, epitrocleitis, etc.).
- Raquialgia.
- Entorsis.
- Luxaciones.
- Fracturas.
- Lesiones por microtrauma repetitivo.
- Amputaciones.
- Artroplastias.
- Transferencias tendinosas.
- Cirugía ortopédica en general.

Rehabilitación por protocolos

La tendencia actual es utilizar protocolos específicos de tratamiento para cada condición en particular. Por ejemplo, existen protocolos para un reemplazo de cadera no cementado, para una plástica de ligamento cruzado anterior con semitendinoso cuádruple o para un síndrome de fricción subacromial. Uno de los principales propulsores de esta metodología de tratamiento es el Alabama Sports Medicine and Orthopaedic Center, de Birmingham, Alabama, Estados Unidos, donde se desempeña el doctor James Andrew, uno de los cirujanos ortopédicos actuales más famosos.²

Estos protocolos son básicamente recetas de tratamiento, las cuales se encuentran divididas en fases o períodos. Cada una de estas fases se corresponde con un determinado momento evolutivo de la condición que presenta el paciente (p. ej., posoperatorio de plástica de LCA). Cada fase o período tiene objetivos y criterios que deberán cumplirse para poder progresar a la fase siguiente. Esta progresión tiene un marco temporal de referencia, pero no es el tiempo lo que marca la progresión, sino el cumplimiento efectivo de los objetivos de cada fase.

Así, el pasaje de la fase 1 a la fase 2 en la rehabilitación posoperatoria de una plástica de ligamento cruzado estará determinado por la presencia de una rodilla desinflamada, con movilidad de 0 a 90° de flexión y por un control muscular efectivo del miembro inferior y no por el cumplimiento de tres semanas de tratamiento (período habitualmente utilizado en esta fase).

Los siguientes son aspectos generales que deberán tenerse en cuenta a fin de obtener resultados satisfactorios en la implementación de un programa de rehabilitación.

1. La rehabilitación debe iniciarse lo antes posible.

2. En el caso de cirugía ortopédica, la rehabilitación debe iniciarse ANTES del procedimiento quirúrgico.
3. Los tejidos en vías de cicatrización no deben sobreestresarse (sin embargo, niveles adecuados de estrés son beneficiosos).
4. Se debe evitar el efecto perjudicial de la inmovilización. Los ejercicios de movilidad son imperativos.
5. El paciente debe llenar criterios específicos para progresar de una fase de la rehabilitación a la siguiente.
6. El paciente debe obtener estabilidad y control proximal del miembro para poder realizar movimientos distales coordinados.
7. El programa de rehabilitación debe estar basado en investigaciones básicas y clínicas actuales.
8. El programa de rehabilitación no debe ser una receta de cocina, sino que debe adaptarse a los objetivos y a las características de cada paciente.
9. El resultado exitoso está directamente relacionado con el esfuerzo del equipo (médico-rehabilitador-paciente) trabajando en conjunto. *La comunicación efectiva desempeña un papel fundamental.*

Fisioterapia y kinesioterapia

Fundamentalmente, existen dos tipos de herramientas utilizadas en rehabilitación traumatológica: la fisioterapia y la kinesioterapia.

La primera se refiere a la utilización de medios físicos, como la aplicación de corrientes eléctricas, campos magnéticos y láser, y la segunda, la kinesioterapia, a la utilización de medios manuales y técnicas especiales: masoterapia, técnicas de movilización articular, técnicas de estimulación propioceptiva, técnicas de control motor, etc.

Fisioterapia

Bajo esta denominación se engloba una extensa variedad de modalidades físicas de tratamiento, como la utilización de campos electromagnéticos pulsantes de baja frecuencia (magnetoterapia), el ultrasonido, la aplicación de diferentes tipos de corrientes eléctricas y la utilización de láseres blandos.

Sin embargo, la fisioterapia es sólo una pequeña parte del proceso de rehabilitación.

Los ejercicios terapéuticos, en cualquiera de sus variedades (isotónicos concéntricos, isotónicos excéntricos, pliométricos, etc.), junto con las técnicas de movilización articular y las técnicas especiales *son, por mucho, la parte fundamental de un esquema de rehabilitación exitoso.*

Trataremos de exponer aquí, y sólo con una finalidad ilustrativa, las características y los efectos biológicos de los métodos de fisioterapia utilizados con mayor frecuencia.

Ultrasonido

El ultrasonido corresponde a vibraciones de la materia con una frecuencia superior a la capacidad audible humana (Fig. 1). Los ultrasonidos utilizados en fisioterapia trabajan a frecuencias de 1 y 3 Mhz (un millón y tres millones de oscilaciones por segundo).

Los cabezales de 3 Mhz sólo alcanzan los 2,5 cm de profundidad; los de 1 Mhz alcanzan profundidades mayores.

Esta vibración de altísima frecuencia se obtiene mediante la utilización de elementos piezoeléctricos. Estos materiales presentan la característica de deformarse al paso de una corriente eléctrica. Originalmente se utilizaba el cuarzo, pero ahora se prefiere el titanato de bario.

El ultrasonido se transmite muy mal en el aire, por lo cual debe interponerse una sustancia de acople entre el cabezal emisor y la zona corporal de aplicación.

Para tal fin existen geles especiales que presentan una impedancia acústica similar a la de los tejidos blandos. El uso de vaselina, por ejemplo, no se recomienda dado que tiene una impedancia acústica elevada que evita la transmisión de la energía ultrasónica a los tejidos en dosis adecuadas.

Efectos biológicos

La vibración de alta frecuencia que produce el equipo de ultrasonido genera una intensa agitación molecular que provoca un incremento considerable de la temperatura local de los tejidos expuestos.

El ultrasonido presenta dos tipos de efectos diferentes: térmico y mecánico.

El efecto térmico es producido por la intensa agitación molecular ocasionada por la vibración transmitida desde el cabezal hacia los tejidos.

Este efecto es particularmente útil en los casos de fibrosis periarticulares, dado que el colágeno, al ser expuesto a

un incremento de temperatura, sufre un cambio conformational de su molécula, que lo vuelve más elástico.

El efecto mecánico se refiere a la capacidad del ultrasonido de despolimerizar macromoléculas como la fibrina.

Es decir, frente a un paciente con una limitación articular debida a fibrosis, sería indicado aplicar ultrasonido (merced a sus dos efectos) y luego movilizar la articulación afectada a fin de ganar excursión articular.

Otro efecto destacable del ultrasonido es que incrementa la velocidad de cicatrización de los tejidos blandos. Es probable que el mecanismo involucrado en este efecto sea el incremento de la síntesis proteica por estimulación fibroblástica.

Dosificación

La dosificación de la aplicación (expresada en W/cm^2) depende de las características del proceso por tratar.

Así, en procesos agudos la intensidad requerida será de aproximadamente $0,1-0,3 W/cm^2$, en procesos subagudos, de $0,2-0,5 W/cm^2$ y en casos crónicos, de $0,3-0,8 W/cm^2$.

Magnetoterapia

La utilización de campos magnéticos con finalidad terapéutica no es nueva (Fig. 2).

Los primeros estudios, realizados en Japón a principios del siglo pasado, tuvieron como objetivo básico obtener un incremento de la velocidad de consolidación de las fracturas.

Investigaciones posteriores han permitido confirmar este efecto biológico, aplicable además al tratamiento de retardos de consolidación y pseudoartrosis, sobre todo oligotróficas.

En 1980, la FDA aprobó su uso para el tratamiento de sólo algunas condiciones puntuales (pseudoartrosis de tibia y artrodesis fallidas de columna).



Figura 1. Aplicación de ultrasonidos.

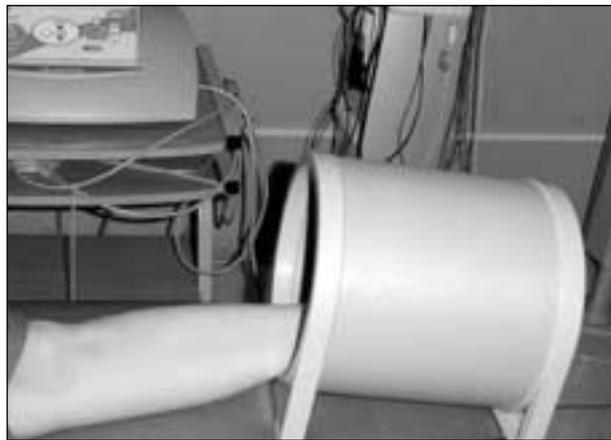


Figura 2. Magnetoterapia.

Estas indicaciones se han extendido hoy a casi cualquier proceso que involucre consolidación y remodelación ósea, como las fracturas (acelera la velocidad de consolidación un 25% en promedio), retardos de consolidación, pseudoartrosis y procesos de necrosis ósea, como en la enfermedad de Kiënbock o en la necrosis microvascular cefalofemoral, con resultados satisfactorios.

Los campos magnéticos pulsados han demostrado además ser de utilidad para estimular la cicatrización de los tejidos blandos y particularmente útiles en el tratamiento de los defectos tegumentarios, como escaras, úlceras y dehiscencias de las heridas quirúrgicas.

Resulta interesante mencionar que la aplicación de campos magnéticos no produce sensación alguna.

La intensidad sugerida (densidad de flujo magnético) es de 200 gaussios y el tiempo de aplicación recomendado es de 30 minutos por sesión.

Estudios más recientes han demostrado que existe una forma de pulso óptimo para cada tejido. Así, los equipos modernos tienen una modalidad de emisión para hueso, otra para tejidos blandos, etc.

Electroterapia

El tema de la aplicación terapéutica de corriente eléctrica es complejo (Fig. 3) y en la intención de hacerlo comprensible tal vez caigamos en un exceso de simplificación. Básicamente podemos definir la corriente eléctrica como la perturbación que sufre un conductor cuando es conectado a dos puntos cargados a diferente potencial. Esta perturbación tiene una dirección opuesta a la corriente de electrones (corriente electrónica).¹

Existen dos tipos básicos de corriente eléctrica: las llamadas unidireccionales (directa) en las cuales la corriente

circula siempre en un mismo sentido, y las bidireccionales (alternas) en las que la polaridad de la corriente cambia en forma permanente a una determinada frecuencia (corrientes alternas).

Ambas corrientes se utilizan en rehabilitación. Las primeras (DC) presentan efectos característicos que se denominan polares y que les son propios, los cuales son peligrosos y capaces de ocasionar quemaduras durante su utilización. Estas quemaduras son químicas (no eléctricas) y se deben a la formación de ácidos y bases respectivamente en la proximidad de los electrodos.

Ejemplos de corrientes DC son la corriente galvánica, las corrientes diadinámicas y las corrientes exponenciales.

La corriente galvánica se utiliza en la actualidad casi con exclusividad para realizar iontoforesis.

Iontoforesis

Esta técnica de electroterapia es en realidad una vía de administración transcutánea de fármacos, la cual utiliza el efecto polar de la corriente galvánica para rechazar cargas eléctricas de signo igual (Ley de Coulomb).

Sabemos que la mayoría de las drogas son ácidos o bases débiles, es decir que se van a disociar poco en solución acuosa. Los AINE, por ejemplo, son aniones (negativos). Si se coloca una solución de AINE bajo el cátodo (electrodo negativo) las cargas se rechazan, lo cual permite el ingreso del medicamento en el organismo.

Esta técnica tiene un efecto preponderantemente local, si bien se estima que cerca del 1-2% del fármaco administrado puede absorberse y distribuirse en forma sistémica.

La iontoforesis es un método poco recomendable, ya que la concentración del fármaco en cuestión se puede obtener con otros métodos de administración (curas oclusivas, cremas con permeación aumentada, etc.) sin el riesgo de lesión química (quemadura).

En la práctica cotidiana es habitual regular la intensidad de la corriente de acuerdo con la sensibilidad del paciente. Esto es un error, dado que el umbral de sensibilidad eléctrica presenta una marcada variabilidad interpersonal. La intensidad debe calcularse de la siguiente manera:

Intensidad máxima permisible: $0,2 - 0,5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ de electrodo activo.

Corrientes bidireccionales

Estas corrientes tienen la característica de modificar la intensidad en función del tiempo y de ser, por lo tanto, excitomotoras (provocan contracción muscular). Este efecto ocurre porque sólo una corriente de estas características es capaz de producir la activación de los canales del sodio dependientes del voltaje y ocasionar contracción muscular como respuesta.



Figura 3. TENS (electroanalgesia).

Dentro de estas corrientes podemos mencionar las farádicas, las interferenciales y las rusas (corrientes de Koth).

Estas corrientes se emplean fundamentalmente por su efecto excitomotor con la finalidad de incrementar el tono y el trofismo musculares.

Cabe destacar que estas técnicas se utilizan sólo en los primeros estadios del proceso de rehabilitación, dado que la contracción muscular voluntaria es mucho más productiva en cuanto a obtener los objetivos mencionados que la contracción artificial generada por un electro estimulador.

Una mención aparte merece la estimulación de los músculos desnervados. Los músculos inervados, cuando son expuestos a una corriente de ascenso lento (exponencial), hiperpolarizan su membrana, oponiéndose al pasaje de la corriente eléctrica (fenómeno de acomodación). Esta capacidad, presente en el músculo sano, está ausente en el músculo desnervado. De este modo, es posible estimular selectivamente la musculatura desnervada sin afectar la sana. Esta situación, que en la práctica es muy conveniente, se puede lograr mediante la utilización de corriente de tipo exponencial con una duración de pulso superior a 200 ms.

TENS

Esta es otra modalidad de electroterapia que tiene por finalidad el control del dolor. La sigla TENS proviene del inglés *transcutaneous electrical nerve stimulation* (Fig. 4).

Este sistema fue creado en los Estados Unidos en la década de los setenta como una alternativa no farmacológica para el tratamiento del dolor.



Figura 4. Dispositivo para la aplicación de crioterapia.

Básicamente consiste en un equipo de corriente alterna (pulso bifásico asimétrico) casi siempre portátil, que trabaja con una frecuencia de estimulación elevada.

El mecanismo de acción analgésica de la TENS es complejo, si bien se postuló que actuaría incrementando el input sensitivo bloqueando de este modo la percepción dolorosa (teoría del control de la compuerta de Melzak y Wall). Por otra parte, se ha demostrado que en determinadas condiciones el efecto analgésico inducido por la TENS podría desaparecer o reducirse tras la aplicación de naloxona (un antagonista opioide), lo cual hablaría de un mecanismo de neuromodulación central con liberación de opioides endógenos.

De uno u otro modo, la aplicación de TENS se ha mostrado eficaz en el tratamiento del dolor de un gran número de trastornos musculoesqueléticos, sin efecto adverso alguno.

Crioterapia

La aplicación terapéutica de frío es uno de los métodos fisioterápicos más útiles y posiblemente uno de los menos utilizados. La disminución de la temperatura local en una zona inflamada genera múltiples beneficios, como alivio del dolor (incremento del umbral sensitivo), disminución de la actividad inflamatoria (disminución de la actividad enzimática del foco inflamatorio) y disminución del edema (efecto vasoconstrictor).⁴

Cabe destacar que el efecto biológico principal de la crioterapia no es vascular sino metabólico, disminuyendo la actividad inflamatoria, como ya se mencionó.



Figura 5. Aplicación de láser.

Existen numerosos métodos para aplicar crioterapia, desde el uso de geles fríos, *cold packs* o simplemente hielo local, hasta sistemas mucho más sofisticados (y más eficientes), como los *cryo-cuff*, que permiten la circulación de agua fría a temperatura regulable a través de un sistema de tubos de goma que se colocan alrededor del área por tratar.

Estos sistemas permiten la aplicación adicional de una suave compresión regulada que, transmitida a los tejidos, colabora eficazmente en el tratamiento del edema.

La principal indicación de la terapia por frío es sin duda la patología inflamatoria en fase aguda. Dentro de esta categoría no debemos olvidar el trauma quirúrgico. La crioterapia (asociada o no con presoterapia) es un método adyuvante que ha resultado eficaz en el manejo del dolor posoperatorio.

El régimen de aplicación que suele recomendarse es de 20 minutos por hora y la temperatura a la que se debe intentar llevar los tejidos es de 14 °C.

Esta terapéutica se contraindica en territorios isquémicos o en pacientes con alteraciones graves de la sensibilidad, dado que podrían sufrir lesiones por frío excesivo.

Laserterapia

Conceptualmente la emisión láser es luz. Esta denominación proviene del acrónimo LASER, que significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación) (Fig. 5).

Esta luz tan particular tiene como características:

- **Coherencia:** una radiación es coherente cuando todos sus fotones están en fase. Al coincidir en una misma dirección de propagación, los estados vibracionales se suman y dan como resultado una amplificación en la intensidad luminosa.
- **Monocromaticidad:** esta es una de las principales características de la luz láser y es producto de la uniformidad de longitud de onda. Hay láseres que emiten en el espectro visible y láseres que emiten en el espectro infrarrojo (invisible).
- **Direccionalidad:** la radiación láser, a diferencia de otras radiaciones lumínicas, casi no produce divergencia del haz de emisión.

- En éstas, la intensidad de la radiación disminuye con el cuadrado de la distancia, lo cual debe tenerse muy en cuenta en el momento de la aplicación. En el caso del láser, debido a esta característica de direccionalidad, la intensidad no sufre modificaciones sustanciales en relación con la distancia del cabezal aplicador hasta la superficie cutánea.

El medio activo corresponde a la sustancia donde se produce el efecto láser. Éste puede ser sólido, líquido o gaseoso. El medio activo es básicamente el elemento que determina la longitud de onda de la emisión.

En rehabilitación se utilizan fundamentalmente dos tipos de láser. El de diodo semiconductor de arseniuro de galio, que emite en 904 nm (infrarrojo) y el de helio neón (gaseoso) que emite a 632 nm (espectro visible-rojo).

Efectos biológicos

La interacción de la radiación láser de baja potencia con los tejidos produce numerosos efectos bioquímicos: incremento de la disponibilidad de ATP intracelular, incremento de la síntesis proteica y de DNA, e incremento de la circulación local y del trofismo.

El láser tiene además gran utilidad en el tratamiento de las heridas en general (aumenta la celularidad y el tejido de granulación), por lo que se suele emplear en el tratamiento de las úlceras y de las escaras.

Produce también un efecto analgésico importante, por lo que se lo indica en procesos dolorosos agudos, como bursitis y epicondilitis.

Prescripción de la fisioterapia

En 1995 se promulgó la Ley 24.317 que reglamenta en forma particular el ejercicio de la kinesiología y la fisioterapia. Así, estos profesionales se independizaron de las normativas del ejercicio de la medicina, la odontología y las actividades de colaboración (Ley 17.132/67).

La implicación práctica de esta modificación radica en que no es ya el médico el que debe indicar la aplicación de uno u otro agente fisioterápico, sino que es el kinesiólogo o el terapeuta físico quien, según su cabal entender, procederá a aplicar lo que considere más adecuado en cada caso.

Referencias bibliográficas

1. **Gersh MR.** *Electrotherapy in rehabilitation*. 1ª ed. Filadelfia: FA Davies Company; 1992.
2. **Hoppenfeld S, Murthy V.** *Treatment & rehabilitation of fractures*. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
3. **Krusen KE.** *Medicina física y rehabilitación*. Madrid: Panamericana; 1993.
4. **Michlovitz SL.** *Thermal agents in rehabilitation*. 2ª ed. Filadelfia: FA Davis Company; 1990.
5. **Prentice WE.** *Therapeutic modalities in sports medicine*. 4ª ed. Boston: WCB/Mc Graw Hill; 1999.