

## Avances en la rehabilitación del inválido del aparato locomotor

### I. INTRODUCCION

LEOBARDO C. RUIZ-PÉREZ \*

Hace apenas unas décadas, la atención médica estaba concentrada prioritariamente en la atención de enfermedades infecciosas de carácter transmisible, que afectaban a quienes, en alguna forma, ofrecen menor resistencia a los agentes causales, o sucumben al no poder responder a las exigencias de la enfermedad.

Los niños, los ancianos, los desnutridos, los inválidos, y en general quienes presentaban algún déficit funcional, resultaban fáciles víctimas de padecimientos difíciles de controlar, en la etapa anterior al desarrollo de los antibióticos, del perfec-

cionamiento de las vacunas y de los procedimientos médicos fundamentales para la identificación precoz de la enfermedad.

Las enfermedades de evolución prolongada, y la invalidez, resultaban secundarias ante la frecuencia de esos problemas, cuya evolución a corto plazo requería de atención preferencial y por otra parte, la poca oportunidad de constituirse en problema de salud, ante la muerte temprana de los menos dotados y con frecuencia el desenlace fatal de padecimientos que de otra forma desencadenarían incapacidades e invalideces.

Los avances científicos y tecnológicos en los procedimientos diagnósticos y en la prevención de enfermedades y en su tratamiento oportuno, ha permitido una supervivencia mayor, que facilita la exposición prolongada a riesgos que propician enfermedades, que por sí mismas constituyen procesos invalidantes o desembocan en ellos.

Presentado en sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, el 6 de abril de 1983.

\* Presidente de la Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación.

En igual forma, los progresos médicos impiden ahora la muerte de quienes padecen enfermedades cuya evolución conduce con frecuencia a situaciones residuales, que deterioran el funcionamiento del organismo del hombre. Por otra parte, las malformaciones congénitas, muchas de ellas causas de muerte precoz en otra época, son actualmente controladas y la supervivencia que ofrecen incrementa el número de minusválidos.

El uso y el abuso de la tecnología moderna, los azares de la vida urbana, el tráfico vehicular creciente, la industrialización y la mecanización de las labores del campo, se han incrementado a un ritmo más acelerado que la educación de una población que carece de la experiencia para evitar los accidentes, que día a día cobran mayor importancia como causa de incapacidad e invalidez, y afectan en alta proporción a la población, especialmente en la edad productiva.

Este panorama explica cómo actualmente entre 7 y 10 por ciento de la población sufre algún tipo de invalidez, de los cuales se calcula que 500 mil sufren problemas de la comunicación, otro tanto del aparato locomotor, 250 mil son invidentes y débiles visuales y el resto está constituido por diversos tipos de incapacidades.

Esto es, entre 5 y 7 millones de individuos, niños y adultos, hombres y mujeres, en la ciudad y en el campo, carecen del bienestar físico y psicosocial, que les permita interactuar productivamente en un contexto social determinado, condición que define el estado de salud y cuya ausencia caracteriza al enfermo y al minusválido; uno requiere de curación y el otro de rehabilitación. Ambos requerimientos son responsabilidad de los profesionales y técnicos de la medicina, de las ciencias de la conducta, de la ergonomía, de la sociología, entre otras tantas ramas del saber humano, que hacen posible en su conjunto, que se realicen acciones que conduzcan no sólo a restaurar el daño, sino a evitar que se produzca, tanto a nivel individual como colectivo.

Para la medicina, como para la salud pública, la rehabilitación representa un compromiso multidisciplinario, como en general lo es cualquier actividad de la práctica médica, aunque en esta particular área cobra una singular importancia el proceso de adaptación psicológica y social, para ofrecer al minusválido la posibilidad de aprovechar al máximo sus capacidades y obtener la satisfacción de una vida digna y productiva.

Aunque es evidente que el quehacer de la rehabilitación, incorpora la participación de varias ramas de la ciencia y de la tecnología, corresponde al área médica aglutinar el esfuerzo multidisciplinario, a fin de preservar, restituir e incrementar la capacidad funcional, física y psíquica del minusválido, para facilitar su capacitación laboral y su incorporación social.

Esta tarea requiere de procedimientos que responden a una amplia gama de complejidad, desde la más simple, pero científicamente sustentada, que permite amplias coberturas en la atención de primer nivel, hasta las más refinadas técnicas que

han permitido alcanzar la electrónica y a la ingeniería bioeléctrica.

En todo caso, la capacitación del médico frente a esta área de la práctica médica resulta indispensable, cuando la frecuencia de la invalidez ha aumentado y amenaza aumentar aún más, en la medida en que el progreso de las ciencias médicas eviten las muertes tempranas y prolonguen la esperanza de vida, y prosiga el constante aumento de los riesgos a los que el hombre se somete como consecuencia de la vida actual.

El foro que ofrece la Academia Nacional de Medicina es de gran importancia para la difusión del conocimiento médico. Creemos que la oportunidad que se ha brindado al campo de la rehabilitación para desarrollar el temario del simposio, será fundamental para alcanzar cada vez una mayor comprensión de la necesidad de incorporar dentro del diario quehacer médico a la rehabilitación, como una responsabilidad acorde a su nivel de desempeño. En esa forma será posible articular la atención médica con el carácter integrador que ahora se menciona con insistencia, aunque ha sido premisa fundamental de la medicina desde su propio origen.

## II. SITUACION ACTUAL DE LA CIRUGIA EN LA ENFERMEDAD ARTICULAR DEGENERATIVA

ARTURO REYES-CUNNINGHAM \*

La enfermedad articular degenerativa se caracteriza en el aspecto clínico por dolor y rigidez articulares, en el radiológico por proliferación ósea y en el histológico por degeneración del cartilago articular. Su descripción es muy antigua y ha recibido distintas denominaciones, con términos que destacan algunas de las características de la enfermedad, como artritis senil, artritis hipertrófica, poliartrosis deformante, artritis degenerativa y osteoartrosis.

Las enfermedades reumáticas son por su incidencia las más frecuentes en la patología humana y la enfermedad articular degenerativa es la más común en este grupo de padecimientos. Estudios epidemiológicos recientes han demostrado que 10 por ciento de la población entre los 15 y 25 años exhiben alteraciones radiológicas por este padecimiento. La incidencia se incrementa de 85 a 90 por ciento en personas de los dos sexos, a partir de la sexta década de vida, aunque sólo del 20 al 25 por ciento de estos pacientes tienen síntomas.

\* Académico numerario.

En nuestro país es la causa principal de pensiones por invalidez permanente. Gran número de personas de todas las razas la padecen y su frecuencia es más alta en países con mayor esperanza de vida.

La etiología es desconocida, si bien se han propuesto diversas explicaciones. Algunos autores consideran que la enfermedad articular degenerativa es el resultado, en parte, de defectos nutricionales del cartilago en sitios que no apoyan a causa de la irregularidad articular que se observa con la edad. Otros atribuyen su origen al deterioro anormal de las articulaciones que se observa con el envejecimiento, lo que ocasiona efectos biomecánicos adversos.

Es probable, en virtud de los diversos factores que se han reconocido como participantes en el origen de los cambios artrósicos, que la etiología sea múltiple.

Entre los elementos considerados en la patogenia de la enfermedad están la edad, la obesidad, factores genéticos y factores hormonales.

Aun cuando al respecto se han formulado diversas teorías, una de las más aceptadas es la de Ali y se refiere a que factores físicos, metabólicos o nutricionales influyen en una liberación de enzimas lisosomales, lo que da lugar a cambios en la composición química del cartilago. La carga o presión sobre estas áreas produce fibrilación y muerte celular con mayor liberación de enzimas que conducen a la erosión del cartilago y a la denudación del hueso subcondral.

Las lesiones más importantes se localizan en el cartilago y varían según el grado de la enfermedad. Macroscópicamente se observan cambios en la coloración, la cual se torna amarillenta. Hay despolvimiento de la superficie, disminución del grosor, opacidad, pérdida de elasticidad, zonas de reblandecimiento y al final fisuras y aun grietas de profundidad variable, con pérdida de cartilago y reacción ósea subcondral.

La enfermedad articular degenerativa primaria afecta, sin predominio, a pacientes de los dos sexos. Se observa en sujetos mayores de 40 años, en los que con frecuencia existe sobrepeso. La afección es asimétrica y se localiza en forma predominante en las articulaciones que soportan peso, como las de la columna, rodillas y caderas. Se observan también cambios degenerativos en columna vertebral en las regiones cervical y lumbar (fig. 1), en la primera articulación carpometacarpiana y en la primera metatarsofalángica. En la variedad secundaria depende su localización del padecimiento de fondo (fig. 2).

### Clasificación radiográfica

Se habla de grado I cuando sólo existe disminución del espacio articular (fig. 3). Cuando se agregan condensación o esclerosis ósea en las áreas subcondrales adyacentes, la lesión se clasifica como de grado II (fig. 4). El grado III incluye, además de los dos descubrimientos previos, la existencia de proliferación ósea marginal u osteofitos (fig. 5).



Fig. 1. Enfermedad articular degenerativa primaria localizada a la columna vertebral y articulaciones sacroilíacas.

En el grado IV se observa la presencia de geodas, esto es, áreas translúcidas en las estructuras óseas, además de los hallazgos anteriores (fig. 6).

### Tratamiento quirúrgico

En casos avanzados o graves, en las alteraciones desarrolladas durante la infancia y que actúan como acelerantes de una enfermedad articular degenerativa en el adulto, tales como enfermedad de Legg-Calvé-Perthes, epifisiolisis de cabeza femoral, coxa vara, dislocación, displasia congénita de cadera o rodillas o ambas, osteocondritis disecante y genu varo o valgo graves sin respuesta adecuada al tratamiento conservador, es necesaria la cirugía y ofrece buenas perspectivas. Básicamente es la siguiente:

1. Limpieza articular (extirpación de cuerpos libres y de grandes osteofitos).
2. Artrodesis.



Fig. 2. Enfermedad articular degenerativa secundaria a epifisiolistesis femoral.



Fig. 3. Grado I radiológico de degeneración articular en las rodillas.

3. Artroplastias (colocación de una prótesis parcial o total de diversos materiales).
4. Osteotomías.
5. Reemplazo articular total.

Cada uno de estos procedimientos tiene indicaciones, ventajas y riesgos inherentes. Se considera que tanto para el médico general como para el reumatólogo la colaboración de un ortopedista y de un médico fisiatra, son de gran valía para la selección correcta del paciente y del procedimiento, lo cual aumenta el porcentaje de éxito.

El tratamiento quirúrgico tiene grandes variaciones, las que dependen del estudio clínico del padecimiento, la edad del paciente, la localización, si es una o son varias articulaciones afectadas y de la ocupación. En general la cirugía ortopédica tiene tres orientaciones: la etapa temprana o profiláctica, o sea cuando su objetivo es prevenir mayor daño en una articulación en que ya se ha iniciado el proceso degenerativo; la cirugía reconstructiva, cuando su finalidad es restablecer o preservar la función articular mediante la sustitución de la superficie articular con implantes metálicos



Fig. 4. Grado II radiológico de degeneración articular en la rodilla.



Fig. 5. Grado III radiológico de degeneración articular.



Fig. 6. Grado IV radiológico de degeneración articular en las articulaciones del carpo.

o plásticos, y la cirugía de último recurso, cuando se indica artrodesis de las articulaciones en las que hay importante limitación por dolor y avanzado daño osteoarticular.

### *Cirugía temprana o profiláctica*

Los procedimientos que están comprendidos en este tipo de cirugía son la limpieza articular, la operación de Pridie y las osteotomías. El primero en proponer el aseo articular fue Magnuson, sobre las bases de que la degeneración articular es debida a la edad, el uso y al trauma repetido, lo que genera proliferación ósea. Esta parecería ser la resultante de un esfuerzo de la naturaleza por limitar la movilidad y dar mayor estabilidad; de cualquier manera, esto ocasiona un bloqueo e irritación de la articulación que limita la movilidad articular. Si en estas condiciones biomecánicas anormales el paciente continúa movilizándolo su articulación, aumenta la presión en determinadas áreas de cartílago que producen dolor y es mayor la irritación mecánica por la incongruencia articular. En las etapas iniciales las manifestaciones radiológicas pueden ser mínimas o estar ausentes.

Al efectuar la limpieza articular se pueden observar dos tipos de degeneración. En el primer caso hay irregularidades en el cartílago hialino consistentes en fibrilación y reblandecimiento o desprendimiento cartilaginoso. Este proceso parte aparentemente de la superficie y progresa hacia la matriz. En esta etapa temprana las irregularidades pueden ser removidas, quedando una capa de cartílago hialino que cubre el extremo óseo y que repara el defecto de la superficie articular. Esta regeneración cartilaginosa depende de la integridad de la matriz y de la viabilidad de las células del área degenerada. Si la degeneración ha progresado hasta la matriz, la superficie articular se cubre con fibrocartílago y este previene la fusión ósea del extremo articular.

La otra variedad de degeneración comienza aparentemente en la matriz y se dirige hasta la superficie que se observa aparentemente sana, ligeramente ampulosa; si se hace un corte tangencial en la prominencia se encuentra el centro de esta área degenerada y rodeada de cartílago hialino sano. Habitualmente esta área tiene un cambio de coloración y pequeñas fisuras que pueden llegar hasta el tejido óseo.

El procedimiento de Pridie está sustentado sobre las mismas bases que el de Magnuson y sólo se agregan perforaciones con broca de un cuarto de pulgada en el hueso subcondral expuesto, esto para provocar la formación de fibrocartílago. Ambos procedimientos se completan con la extirpación de osteofitos marginales e intraarticulares, con la extracción de cuerpos libres y en caso de encontrarse los meniscos degenerados o tejido necrótico, se practica la extirpación.

Estos procedimientos quirúrgicos deben ser reservados para pacientes de mediana edad y activos, que puedan colaborar intensamente en el período postoperatorio. Son también candidatos atletas

que presentan panartritis difusa de etiología post-traumática; al no haber alteraciones en el eje mecánico de la articulación, estos sujetos no son candidatos a las osteotomías ni a reemplazos articulares por su edad.

Otro tipo de lesión tributaria de estos procedimientos es la osteoartritis focal, la cual consiste en pequeñas áreas de fibrilación y reblandecimiento articular que en ocasiones no pueden ser descubiertas por estudios radiográficos. Algunos casos son descubiertos al hacerse una artrotomía para extirpación de menisco. En estos casos debe hacerse la escisión y perforación con broca, así como rasurar las áreas reblandecidas.

Las osteotomías pueden ser consideradas como un procedimiento profiláctico. Se utilizan para el tratamiento de la enfermedad articular degenerativa desde 1950. El objetivo principal es modificar los puntos de carga articular, fundamentalmente cuando los cambios degenerativos son debidos a desviaciones del eje mecánico en varo o valgo. Se los ha empleado con mayor frecuencia en las articulaciones de la cadera y la rodilla. Al cambiar de sitio el punto crítico del proceso degenerativo, se observa mejoría del dolor; radiológicamente puede suponerse que hay regeneración cartilaginosa, porque se observa aumento del espacio articular. Mediante estudios flebográficos se demuestra que hay mejoría de la circulación local, manifestada por aumento del drenaje venoso. Para la indicación de las osteotomías deben seleccionarse pacientes jóvenes o adultos que puedan colaborar intensamente en su readaptación funcional, con padecimientos de corta evolución, buena movilidad articular y tomar en cuenta los siguientes indicadores:

1. Dolor incapacitante diario.
2. Limitación funcional.
3. Artropatía degenerativa en un área limitada.
4. Buenas condiciones del área en donde recaerá el nuevo punto de apoyo.
5. Estabilidad ligamentaria buena.
6. De 60 a 70 por ciento de la movilidad articular normal y contracturas musculares o desviaciones de eje en varo o valgo que no vayan más allá de 15°.
7. Que no haya historia o evidencia de alteraciones intraarticulares como: menisco roto, cuerpos libres, otros.
8. Que el padecimiento no sea secundario a artritis reumatoide.

### *Cirugía reconstructiva*

Estos procedimientos se han empleado en forma esporádica desde hace más de cinco décadas, y tomaron mayor auge desde 1930, al dar a conocer Smith-Peterson la artroplastia de cadera con copa de interposición y Campbell la artroplastia de interposición en cóndilos femorales. Más tarde vinieron prótesis de sustitución parcial, tales como la de Austin-Moore, Thompson, McKeever, McIntosh y otras (fig. 7). Estas endoprótesis han caí-

do en desuso, debido a varios factores: por un lado las dificultades técnicas del procedimiento, la prolongada hospitalización y la difícil readaptación del enfermo; por otro, comunicaciones de diversos autores como Smith-Peterson, Aufranc, Larson, Kettel-Kamp y otros, que abundan sobre resultados malos en 25 a 35 por ciento, al cabo de uno a dos años de evolución. Por investigaciones clínico-quirúrgicas se puede decir que estos son debidos a las siguientes causas:

- a) La inadecuada reparación cartilaginosa cuando se hace la limpieza o escofinado de una superficie articular; la secuela dolorosa que presentan estos pacientes es secundaria a una sinovitis provocada por la fragmentación del fibrocartilago.
- b) Por otro lado, la sinovitis producida en las artroplastias parciales, como las de Austin-Moore y McIntosh; por ser el módulo de elasticidad del metal superior al área cartilaginosa con la que se tiene correspondencia, causa fragmentación o erosión osteocartilaginosa. El modelo experimental diseñado por Moskowitz, en el cual aplica fuerzas excesivas sobre el cartilago articular, muestra que estas producen liberación de catepsinas a partir de los condrocitos, lo que inicia el proceso inflamatorio y perpetúa la degeneración articular.

Los hechos anteriores, sumados a la tecnología desarrollada en la selección de materiales de grado biomédico y mejorados por minuciosos estudios biomecánicos, han colocado a los reemplazos articulares totales en primerísimo lugar. Los más aceptados mundialmente son la prótesis Neer para hombro, Dec para codo, Protek para muñeca; prótesis de Silastic para pequeñas articulaciones como metacarpo y metatarsfalángicas, codo y radiocubitales; para las caderas, las prótesis de Charnley-

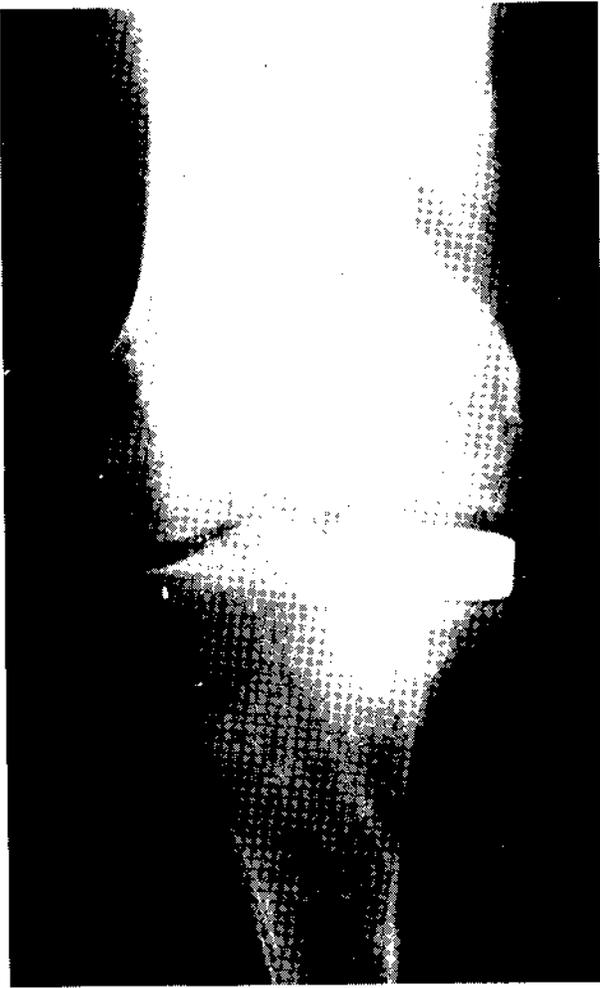


Fig. 7. Reemplazo articular parcial del cóndilo tibial. Prótesis de McKeever.



Fig. 8. Prótesis total de cadera modelo Charnley- Mueller.

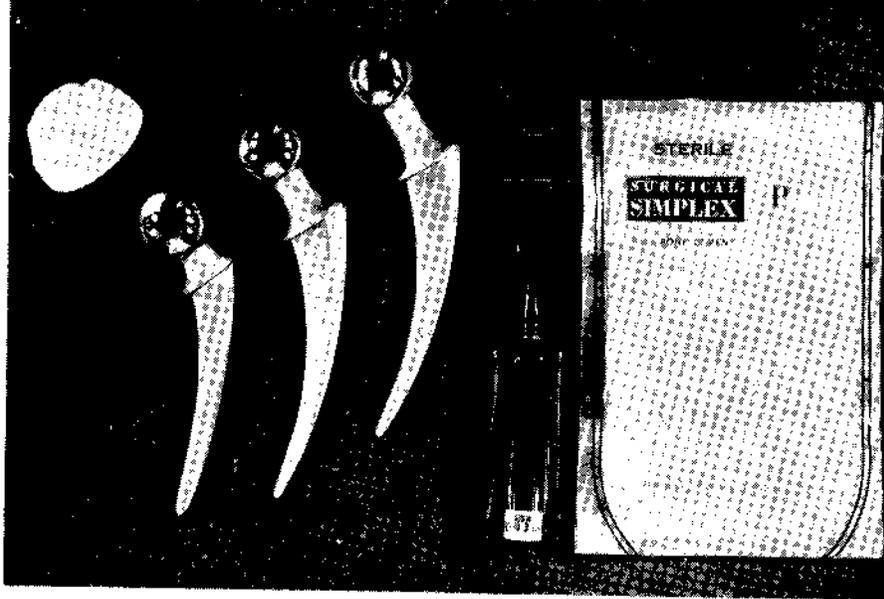


Fig. 9. Prótesis de Charnley-Mueller con su aditamento de fijación, cemento de metilmetacrilato.

Mueller (fig. 8); en rodillas, las geomédicas, St. George y Shiere, Freeman y Swanson.

Aunado a estos avances, también se han mejorado los medios de fijación para garantizar la estabilidad del reemplazo articular, con la aplicación del metilmetacrilato (fig. 9). Sin embargo, algunas investigaciones inmunológicas, bioquímicas y toxicológicas, no son del todo favorables a este cemento y el empeño actual está dirigido a crear implantes que por su mismo diseño y porosidad puedan fijarse por sí mismos.

Se indican los reemplazos articulares en aquellos procesos degenerativos que han llevado a una desorganización osteoarticular, con la consecuente invalidez por dolor, inestabilidad o contracturas. En las indicaciones de cada una de ellas deberá tenerse en cuenta la edad, la localización única o múltiple del padecimiento, la ocupación y factores socioeconómicos, así como criterios de evaluación funcional que permitan conocer la condición de la articulación. En la mayor parte de ellos se toman en cuenta los parámetros de dolor, inflamación, movilidad, fuerza muscular, alineación, estabilidad articular y, en los miembros inferiores, la marcha. A través de estos indicadores se puede calificar la condición articular preoperatoria, que deberá estar en mala o regular condición para que proceda la indicación; los mismos parámetros se utilizan para la evaluación posquirúrgica, con el fin de conocer los resultados del procedimiento efectuado.

#### *Cirugía de último recurso*

La cirugía de último recurso se utiliza cuando los cambios degenerativos son muy avanzados, sacrificándose la movilidad para dar estabilidad y ali-

viar el dolor. Las técnicas actuales se hacen según los principios de la técnica por compresión y así, en el caso de las articulaciones coxofemorales se efectúa la artrodesis con la placa cobre, con o sin osteotomía del ilíaco, para poder hacer una colocación y una compresión correctas. En las articulaciones del tobillo y rodilla se utilizan las técnicas con compresores externos, y en las demás articulaciones se efectúan técnicas tradicionales. En la indicación de la cirugía de último recurso, deben tomarse en cuenta las otras localizaciones del padecimiento, ya que una fusión articular lleva a sobrecarga funcional de las articulaciones ipsi y contralaterales y por ende a avance de los trastornos degenerativos que puedan existir en esas articulaciones.

### III. LA REHABILITACION EN LA ENFERMEDAD ARTICULAR DEGENERATIVA

MERCEDES JUAN-LÓPEZ \*

La enfermedad articular degenerativa afecta principalmente las articulaciones y potencialmente es un peligro para la función normal del sistema músculo esquelético. A pesar de los programas cuidadosos de atención reumatológica, ortopédica y

\* Secretario Técnico del Gabinete del Sector Salud.

ciente deformidades e incapacidad física, lo que limita sus actividades de la vida diaria, incluyendo aspectos psicosociales y laborales. Sin embargo, en la mayoría de los casos pueden usarse diversas medidas para mejorar los síntomas y prevenir o retardar la evolución del padecimiento. Para que la terapéutica tenga éxito, es necesario que el paciente comprenda la naturaleza de su enfermedad y los objetivos del tratamiento.

El médico rehabilitador debe aceptar que su obligación con el paciente consiste no solamente en conservar la vida, sino también sus capacidades y habilidades pese a sus limitaciones. La tarea de rehabilitar a un incapacitado por esta enfermedad no es sencilla. Estos pacientes se enfrentan a una enfermedad crónica que con frecuencia se agrava. Además, y a diferencia de otras incapacidades, padecen dolor; el problema por lo tanto, es más complejo.

### *Patogenia de la Invalidez en la Enfermedad Articular Degenerativa*

1. Los macro y microtraumas, la herencia, los defectos posturales, la edad avanzada y el aumento de peso, deterioran y lesionan el cartílago articular.
2. La lesión del cartílago produce dolor y neoformación ósea e irregularidad de superficies articulares.
3. El dolor produce limitación funcional y por lo tanto, invalidez.

El grado de actividad física que una articulación puede tolerar depende del daño que presente. En la medida que los cambios destructivos afectan la articulación limitan en forma directa su actividad.

### **Diagnóstico de invalidez**

El diagnóstico de invalidez se establece mediante:

1. Evaluación médica reumatológica.
2. Evaluación de la capacidad funcional.
3. Evaluación psicosocial.

### *Evaluación Médica Reumatológica*

Su objetivo principal es la valoración precisa del tipo y gravedad del padecimiento. Esto requiere un estudio clínico detallado con antecedentes reumatológicos, exploración física completa, estudios de laboratorio y rayos X y consulta con otros especialistas cuando esté indicado; los estudios deben orientarse también para establecer un pronóstico.

El predecir con seguridad el grado de actividad que una articulación puede tolerar no es fácil. El estudio radiológico puede ser de ayuda, aunque en ocasiones es engañoso y sólo debe usarse como

enfermos con pruebas radiológicas de daño articular grave pueden tolerar actividades físicas intensas, en comparación con pacientes que radiológicamente tienen lesiones mínimas.

### *Evaluación de la Capacidad Funcional*

Dentro de ésta se incluye: la anamnesis, la exploración de la marcha; el examen postural; el examen de la columna con movilidad, la alineación, el examen de la sensibilidad y de los reflejos y el examen clínico muscular, que es un arma importante para valorar la fuerza muscular y procedimiento de diagnóstico rutinario en la rehabilitación. La valoración de la fuerza muscular es fundamental, ya que el uso de una articulación se limita cuando los músculos, que son sus agentes mecánicos son inadecuados para la estabilidad y la movilidad, lo que produce mayor daño traumático interarticular, y como consecuencia más dolor. Debe medirse también la movilidad articular, que determina los arcos de movimiento y las fases en que hay limitaciones. El estudio electromiográfico se lleva a cabo cuando el caso lo amerite, ya sea por sospecha de lesión de la neurona motora inferior o debilidad muscular. La valoración funcional incluye el estudio de las actividades diarias de la vida humana tanto personales como de relación y se correlaciona con los datos de la fuerza muscular y movilidad articular para poder definir las potencialidades funcionales en que debe basarse un tratamiento adecuado, haciendo mención especial que cuando la valoración funcional así lo requiera, debe hacerse ante las actividades específicas de trabajo.

### *Evaluación psicosocial*

Dentro de este apartado se incluyen valoraciones de la personalidad intelectual, grado de estudios, dinámica familiar, situación económica, estado y situación del medio laboral. Además de valorar los efectos físicos del padecimiento, deben también estimarse los problemas psicológicos, sociales y profesionales dentro de un plan integral de rehabilitación que permita resolver estos factores íntimamente relacionados con la enfermedad. El ajuste psicológico del enfermo tiene gran influencia en el éxito o fracaso de la rehabilitación; su estado psíquico se altera por la inquietud y frustración que le produce la enfermedad. Este fenómeno está directamente relacionado con el grado de estabilidad psicológica del paciente antes de su enfermedad y de la rapidez con que esta empeora.

Como la actitud mental hacia la dependencia es lentamente acumulativa, no puede esperarse que mejore con prontitud. Por el contrario la dependencia establecida y la pasividad del enfermo limitan más su rehabilitación, por lo que es fundamental la motivación profunda para alcanzar éxito.

Existen numerosos métodos y escalas para me-

dir el grado de incapacidad; lo importante es tener el concepto del diagnóstico de invalidez y aplicarlo en forma sistematizada en los pacientes. El pronóstico de rehabilitación de pacientes con enfermedad articular degenerativa puede predecirse con razonable precisión en base a siete factores fundamentales:

1. El control médico de la enfermedad.
2. Grado de lesión articular.
3. Integridad psicológica del enfermo.
4. Incapacidad funcional.
5. Cirugía ortopédica correctiva.
6. Prescripción de ortesis y aditamentos de autoayuda.
7. Los factores socioeconómicos profesionales y vocacionales.

## Rehabilitación

Sus objetivos son:

1. Prevención de invalidez, es decir, evitar secuelas que ocasionen incapacidad o complicaciones.
2. La reincorporación productiva del paciente dentro de la sociedad, actuando al máximo de sus capacidades físicas, sociales y de trabajo.

La suma de los datos médicos, funcionales y socioeconómicos determina objetivos realistas para la rehabilitación. Los objetivos y metas deben ser lo suficientemente flexibles para ajustarse durante el desarrollo del tratamiento y la evolución de la enfermedad.

El tratamiento puede incluir combinaciones adecuadas de diversas formas de terapia física, ocupacional, adiestramiento en el uso de aditamentos especiales, apoyos psicológico y psiquiátrico, entrenamiento vocacional y asesoría en el readiestramiento para el trabajo.

Los objetivos de la rehabilitación en la fase preventiva de esta enfermedad se orientan a:

1. Mejorar el dolor.
2. Mantener arcos de movilidad en las articulaciones.
3. Conservar la fuerza de los grupos musculares de la articulación.
4. Proteger las articulaciones para evitar desgaste y mayor lesión.

1. *Mejoría del dolor.* El dolor que presentan estos enfermos es consecuencia de la irritación intraarticular por fricción. El tratamiento consiste en la restricción de las actividades físicas dentro de los límites de tolerancia de la articulación. Si el dolor no aparece después de una actividad determinada significa que dicha tolerancia no se ha sobrepasado. Siguiendo la historia natural de la enfermedad, se puede usar el reposo o el ejercicio y la aplicación local de calor o de frío; es necesario

mencionar que los reportes de Yamauchi señalan la posibilidad de tratar con crioterapia profunda este tipo de padecimientos, ya que hay un efecto espectacular en el alivio del dolor cuando se usan temperaturas de  $-150^{\circ}$  a  $-180^{\circ}\text{C}$ .

2. *Mantenimiento de los arcos de movilidad.* A consecuencia del dolor se produce espasmo muscular e inmovilidad voluntaria de la articulación; esto produce rigidez capsular y tendinosa afectando la mecánica articular, produciéndose más dolor. Debe por lo tanto enseñarse al paciente ejercicios pasivos o activos de las articulaciones para prevenir estas complicaciones.
3. *Conservación de la fuerza muscular.* Otra consecuencia del dolor y la inmovilidad voluntaria es la atrofia de los músculos que mueven la articulación. La debilidad muscular produce inestabilidad articular predisponiendo a traumatismos adicionales y dolor, formando parte del síndrome de reposo. Para romper este círculo vicioso se debe establecer un programa de ejercicios de resistencia progresiva.
4. *Protección de las articulaciones para evitar más daño.* Además de las medidas anteriores, deben emplearse otras que reduzcan el trabajo articular; se recomienda disminuir de peso, el uso de muletas, bastones, sillas de ruedas, zapatos ortopédicos, corsets y aditamentos de autoayuda, que pueden detener en forma apreciable la evolución del proceso degenerativo.

## Rehabilitación posquirúrgica

Cuando por razones preventivas, reconstructivas y de último recurso se indica la cirugía ortopédica, la rehabilitación en el periodo pre y postoperatorio coadyuva a una mejor recuperación del paciente.

### ARTROSIS DE LA CADERA

Algunas de las operaciones utilizadas son la artroplastia, el reemplazo protésico, la acetabuloplastia, osteotomía proximal del fémur, artrodesis y reemplazo total de la cadera.

En el reemplazo protésico de cadera al día siguiente de la operación se inicia en cama la movilidad temprana activa y pasiva, con o sin férula. A los 10 o 14 días se intensifican los ejercicios y al cabo de dos semanas se inicia el uso de barras paralelas en pacientes cuyo estado general lo permita. No obstante, si se ha remodelado el acetábulo, no se aconseja el pleno apoyo de peso sin soportes hasta pasados tres o cuatro meses. En la artroplastia con copa se recomienda, durante las dos primeras semanas, ejercicios de movilidad pa-

siva con flexión y extensión de la cadera y rodilla y en forma muy suave la abducción de la cadera. Al mismo tiempo se recomienda la contracción isométrica del cuádriceps. A la tercera semana se inicia la movilidad activa de flexión, extensión y abducción de cadera, así como flexión y extensión de la rodilla. Se agregan ejercicios graduales del psoas hasta lograr el arco de movimiento completo. La marcha se inicia con ayuda de andadera entre la tercera y la cuarta semana y posteriormente con muletas, cuando el paciente está seguro del control muscular.

Cuando la intervención quirúrgica fue la osteotomía proximal del fémur, se enseñará a los pacientes a caminar con muletas antes de la operación, y se les permite ponerse de pie al lado de la cama al segundo o tercer día, iniciando la marcha sobre muletas pocos días más tarde, soportando aproximadamente de 12 a 25 kilos de peso sobre la extremidad operada. El apoyo completo del peso se permite con la ayuda de un bastón, cuando hay evidencia radiográfica de una buena consolidación.

#### ARTROSIS DE LA RODILLA

Si se ha practicado una osteotomía proximal de la tibia, al día siguiente de la intervención se autoriza al paciente a caminar con muletas, con el pie tocando el piso. El soporte parcial del peso corporal es beneficioso, porque impacta los fragmentos de la tibia entre sí. Una vez que la herida ha cicatrizado, se aplica una férula de yeso con la rodilla en extensión. Cuando comienza la consolidación de la osteotomía, generalmente entre la cuarta y la sexta semana, se retira el yeso y se comienzan los ejercicios tendientes a mantener la movilidad articular, la potencia muscular y la reeducación de la marcha cuando hay evidencia radiográfica de buena consolidación.

Además de los objetivos específicos mencionados anteriormente, es importante el manejo de objetivos generales:

Existen diferentes formas de termoterapia para cada una de las etapas de la enfermedad, tales como: el manejo en el tanque terapéutico, que es de gran utilidad para la movilización y reeducación de la marcha en pacientes con artrosis de cadera o en el postoperatorio reconstructivo inmediato; los tradicionales baños de parafina; la aplicación de compresas húmedas, calientes o frías y el uso de crioterapia profunda actualmente reportada como indicación específica en padecimientos reumáticos inflamatorios y degenerativos.

Además se cuenta con los recursos de la mecánoterapia que son de utilidad para mantener los arcos de movilidad, evitar contracturas y fortalecer los músculos.

La medicina de rehabilitación cuenta también con diversos ejercicios que se aplican de acuerdo a los objetivos individuales que en cada pa-

ciente se desea lograr; pueden ser isométricos o isotónicos o bien de resistencia progresiva cuando la potencia muscular lo permita; por otra parte, si esta no es suficiente se prescriben ejercicios de reeducación muscular.

Cuando estos pacientes presentan impedimentos físicos que limitan el desempeño independiente de las actividades de la vida diaria, se debe recurrir a la terapia ocupacional, que tiene como objetivo entrenar específicamente cada una de las actividades limitadas, utilizando al máximo la función restante con aditamentos y ayudas funcionales o los aparatos ortopédicos que se requieran. Se recomienda además:

Periodos diarios de descanso de las articulaciones afectadas.

Evitar traumatismos en las articulaciones enfermas.

La corrección de los factores que causan esfuerzo excesivo.

Reducción de peso cuando estén afectadas las articulaciones que soportan la carga corporal.

Acciones médicas específicas para el control de dolor: analgésicos, antiinflamatorios, etc.

Por último, se tendrá como objetivo final de la rehabilitación del paciente con osteoartrosis, el reincorporarlo a su medio social y económico en donde debe establecerse con todas sus capacidades residuales, a pesar de su invalidez, lo que requerirá de paciencia y trabajo. El éxito depende principalmente de él y de la ayuda técnica, psicológica y social que le brinde el equipo de salud especializado en rehabilitación.

En pacientes de edad avanzada el objetivo final será que las secuelas invalidantes producto de la osteoartrosis no condicionen una ancianidad patológica que limite el desempeño independiente de las actividades diarias de la vida humana. Por otro lado, en pacientes dentro del eje productivo, además de buscar el máximo de rehabilitación física, será el reeducar o readaptar vocacional y psicológicamente las aptitudes y destrezas que permitan el regresar a su empleo o ajustarse a una nueva situación sin disminución de su potencial productivo, que es motivo de marginación social, ya sea comunitaria o familiar.

#### IV. REHABILITACION DEL PACIENTE HEMIPLEJICO

MARÍA DE LOS ANGELES BARBOSA \*

\* Servicio de Rehabilitación del Hospital Infantil de México "Federico Gómez", y Departamento de Enseñanza. Dirección General de Rehabilitación, Secretaría de Salubridad y Asistencia.

La hemiplejia es una de las condiciones invalidantes de mayor frecuencia en la actualidad. En los Estados Unidos de Norteamérica se estima que viven 1.8 millones de personas que han sufrido accidentes cerebrovasculares. Alrededor de una tercera parte, es decir 600 mil personas, eran productivas y quedaron desempleadas debido a las secuelas del accidente cerebrovascular. Las enfermedades cerebrovasculares ocupan el tercer lugar como causa de muerte, únicamente excedidas por las cardiopatías y el cáncer.

En México la hemiplejia ocupa el séptimo lugar entre los casos notificados al Registro Nacional de Inválidos, representando el 4.32 por ciento del total de los mismos.

No obstante la gran magnitud de este problema se espera un incremento en su prevalencia, paralelamente al aumento de longevidad de la población.

### Etiología

La mayor parte de los casos de hemiplejia son causados por accidentes cerebrovasculares, ya sea infarto cerebral por trombosis aterosclerótica (40%), infarto cerebral por embolismo (25%), hemorragia hipertensiva intracerebral (20%), ruptura de saco aneurismal o angioma (6%) y ocasionalmente tumores cerebrales y trauma.

Las secuelas neurológicas dependen de la localización y extensión del área cerebral comprometida por isquemia o el infarto, lo que determina la disfunción motora y sensorial resultante.

Los dos sistemas principales que irrigan el cerebro están constituidos por el sistema de carótida interna y el sistema basilar.

La carótida interna, rama de la carótida primitiva, da origen a las arterias cerebrales media, anterior y la oftálmica. Su lesión produce hemiplejia espástica contralateral de grado y extensión variable. La oclusión del tronco principal de las arterias cerebrales medias produce parálisis del lado opuesto del cuerpo con predominio en la cara y en la extremidad superior, hemianestesia en las mismas áreas y hemianopsia homónima. En una persona diestra, cuando el hemisferio izquierdo es el lesionado, hay afasia algunas veces mixta, motora y sensorial. Cuando las ramas corticales individuales se ocluyen, los síntomas están limitados a la pérdida de la función de la región particular irrigada por ellas. Si se ocluye la rama frontal inferior izquierda, se produce una debilidad del lado derecho de la cara y de la lengua y afasia motora. La trombosis de la arteria cerebral anterior produce paresia e hiperestesia de la pierna opuesta. La oclusión de la arteria oftálmica produce amaurosis homolateral.

El sistema vertebral basilar irriga el tronco cerebral, las áreas cerebelosas media e inferior, el lóbulo temporal y el lóbulo occipital, la corteza visual y la parte posterior y lateral del tálamo y del subtálamo. Las arterias vertebrales se fusio-

nan en el borde inferior del puente para formar la arteria basilar. En el borde rostral superior del puente la arteria basilar se bifurca en las dos arterias cerebrales posteriores.

La oclusión de este sistema produce una amplia variedad de alteraciones neurológicas clínicas, tales como hemiplejia, cuadriplejia y ataxia ipsilateral. La oclusión de las ramas talámicas da lugar al síndrome talámico. Las sensaciones del tacto, dolor y temperatura del lado opuesto del cuerpo quedan distorsionadas.

Puede aparecer dolor urente en forma espontánea. También puede presentarse asinergia cerebelloso y temblor en las extremidades opuestas. Las manifestaciones clínicas de la lesión de la arteria vertebral son principalmente aquellas de la arteria cerebelar posterior, es decir, ataxia cerebral homolateral, disfagia, disfonía, síndrome de Horner, parálisis facial y pérdida contralateral de la sensibilidad al dolor y la temperatura por la lesión espino-talámica.

La oclusión completa de la arteria basilar suele ser fatal; las pupilas aparecen pequeñas o fijas, hay parálisis pseudobulbar y cuadriplejia. Es más común la parálisis incompleta de la arteria basilar, la que afecta al tronco cerebral y a los tractos corticoespinales.

Las alteraciones neurológicas en el área sensorial comprenden principalmente: a) Problemas visuales; b) Alteraciones del sentido de la posición, del movimiento y de la vibración; c) Alteraciones de la sensibilidad al dolor, al tacto y a la temperatura.

### *Alteraciones asociadas*

Son comunes en los pacientes hemipléjicos la presencia de otras alteraciones concomitantes que pueden restringir, posponer e impedir el tratamiento de rehabilitación. Se ha informado que 12 por ciento de los pacientes con accidente cerebrovascular agudo han sufrido simultáneamente infarto del miocardio y que 23 por ciento tenían cardiopatía asociada. La hipertensión arterial, la diabetes mellitus y las alteraciones vasculares de las extremidades inferiores son comunes y deben ser cuidadosamente atendidas.

También son frecuentes los problemas genitourinarios, con vejiga flácida al principio del cuadro y espástica días después. Pueden concurrir otras alteraciones como cistitis, uretritis, tumores de la vejiga o enfermedad prostática. La incontinenencia rectal puede ser debida al daño cerebral, pero también a la presencia de pólipos, diverticulosis o cáncer.

Por otro lado, la enfermedad cerebrovascular produce profundos cambios emocionales, tales como depresión, ansiedad, temor, frustración, resentimiento y hostilidad, que interfieren con el aprendizaje e impiden una adecuada cooperación y participación del paciente en el proceso de rehabilitación.

## Rehabilitación

La rehabilitación ha experimentado grandes avances durante los últimos años, permitiendo que cada día un mayor número de pacientes hemipléjicos se recuperen de las secuelas y se reintegren a su vida familiar, social y aun al trabajo.

La rehabilitación puede ser enfocada desde dos puntos de vista: la recuperación de las funciones alteradas y la independencia en las actividades de la vida diaria.

Los mecanismos de recuperación, aunque aún no totalmente esclarecidos, pueden ser ahora mejor entendidos con base en las características anatómicas y fisiológicas de los sistemas piramidal y extrapiramidal.

La recuperación tiene dos aspectos que probablemente involucran diferentes estructuras, mecanismos o ambos: a) recuperación de los síntomas negativos, especialmente la parálisis o paresia y b) recuperación de los síntomas positivos, especialmente la espasticidad. La explicación de la recuperación de los movimientos voluntarios siguiendo a la lesión del área cortical motora, siempre ha representado un problema, cuando supuestamente toda esta zona ha sido destruida. Sin embargo, ahora sabemos que el sistema piramidal se origina en un grado substancial, en áreas fuera del área motora primaria y que por otro lado, el sistema extrapiramidal da soporte a algún grado de movimiento voluntario.

Es dudoso que áreas corticales que previamente no controlaban un músculo, lo hagan después de la lesión, como lo indica el término vicariación. Sin embargo, se acepta comúnmente el hecho de la ejecución de un mismo acto con un diferente grupo muscular no afectado.

Por otro lado, la hiperreflexia (espasticidad), es interpretada como la liberación de la función, por ejemplo la liberación de los reflejos segmentarios de la inhibición ejercida por las vías descendentes. La recuperación de los signos y síntomas negativos aún no tiene una adecuada explicación y los fenómenos de liberación han sido poco estudiados.

No obstante lo anterior, los pacientes con secuelas de accidente vascular cerebral ocasionalmente se recuperan más de lo que podría predecirse, como en el caso publicado del padre del doctor Paul Bach-y-Rita, profesor de 65 años de edad que se recuperó en forma prácticamente total de un infarto del tallo cerebral y regresó a su trabajo tres años después, manteniendo una vida activa hasta los 72 años, en que murió de infarto del miocardio mientras trepaba una montaña de más de tres mil metros de altura. La autopsia reveló la existencia de daño neurológico mayor, con un foco quístico de encefalomalacia en el lado izquierdo del puente y atrofia del tracto piramidal en el bulbo raquídeo, con sólo 3 por ciento de fibras remanentes. Esta discrepancia entre la lesión y la recuperación sólo puede entenderse en términos de una plasticidad cerebral y a una reorganización funcional del sistema nervioso central.

Durante muchos años el cerebro fue considerado como un órgano rígido no modificable, pero se han ido acumulando evidencias acerca de las capacidades adaptativas del cerebro y su habilidad para modificar su propia organización estructural y funcional. Si bien las células cerebrales individuales no se regeneran, los procesos celulares, tanto axones como dendritas, son capaces de responder altamente a la demanda. Cragg (1968) señaló que en la corteza visual de la rata los cuerpos celulares ocupan sólo 3 por ciento del volumen total de la corteza y que 97 por ciento de la misma está constituida primariamente por dendritas, axones y glia. Por otro lado, la gran diferencia entre el peso del cerebro al nacimiento y en la madurez se debe fundamentalmente al desarrollo de estas estructuras, ya que el número de células no aumenta.

El desarrollo de las dendritas, de los procesos dendríticos, de los axones y de las sinapsis depende de la demanda funcional. Por ello los procedimientos terapéuticos para mejorar la función deben producir cambios en algún nivel del sistema nervioso central.

Los estudios de plasticidad cerebral se remontan a 1842, cuando Flourens observó que la destrucción de áreas aisladas de los hemisferios cerebrales en los pájaros producían cambios de la postura, pero un corto tiempo después de la lesión retornaba la conducta normal.

Bach-y-Rita reportó la substitución funcional mediante el sistema de substitución táctil visual, demostrando que el cerebro es suficientemente plástico para reorganizarse funcionalmente y utilizar información de sistemas sensoriales substitutos.

También se han desarrollado otros sistemas de substitución sensorial, como el sistema de substitución táctil auditivo y el de retroalimentación sensorial electromiográfico, en el cual la proyección visual y auditiva del electromiograma substituye la ausencia o alteración de la propiocepción. Así por ejemplo, por medio de la retroalimentación se ha podido entrenar a individuos normales para realizar movimientos de rotación de los ojos alrededor de un eje antero-posterior, los cuales no son posibles normalmente.

La plasticidad cerebral, por lo tanto, es un factor prominente en el planteamiento del tratamiento rehabilitatorio de los pacientes con lesión cerebral y requiere de una retroalimentación de si las demandas son o no son satisfechas. Muchos de los métodos de tratamiento de la disfunción neuromuscular son en sí una búsqueda del desarrollo de la plasticidad cerebral y de la reorganización funcional del sistema nervioso central.

Por otro lado la rehabilitación dirigida a la disminución de la dependencia del hemipléjico, procura que no obstante la presencia de las diversas alteraciones funcionales, el paciente puede ser capaz de valerse por sí mismo para el cuidado personal, la escolaridad o el trabajo. A continuación se revisan brevemente los métodos y procedimientos de rehabilitación.

La rehabilitación debe ser iniciada tan pronto

como las condiciones generales del paciente lo permitan. La rehabilitación temprana es dirigida a la prevención de complicaciones tales como contracturas y deformidades, mediante una adecuada postura y la movilización de las articulaciones; de escasas de presión, recurriendo a frecuentes cambios de posición; de infecciones urinarias, mediante una adecuada ingesta de líquidos y una correcta cateterización intermitente; y al entrenamiento para el vaciamiento intestinal, al través de técnicas para intestino neurogénico y un apropiado cuidado psicológico. También debe proporcionarse atención a los problemas de disfagia y afasia cuando estén presentes.

La longitud del tiempo que el paciente permanece en cama depende de la gravedad del accidente cerebrovascular, pero en general los pacientes permanecen en cama alrededor de 14 días, si bien aquellos con ataques ligeros y sin complicaciones pueden levantarse y caminar con poca dificultad en 24 horas. Ocasionalmente, cuando hay alteraciones concomitantes, el paciente debe permanecer en cama por un tiempo mayor.

Pasado el período agudo, debe iniciarse la reeducación de la función motora, para lo cual han sido diseñados diversos métodos orientados a la recuperación de los movimientos voluntarios, a la recuperación de la fuerza muscular, al mejoramiento del equilibrio y de la coordinación muscular, a la disminución de la espasticidad, al entrenamiento de actividades diversas y a la autosuficiencia en la ejecución de las actividades cotidianas.

Brunnstrom ha diseñado un método de ejercicios terapéuticos que busca la obtención de movimientos voluntarios a partir de patrones de movimientos sinérgicos, aquellos que son más primitivos y que primeramente se desarrollan en la vida fetal o que aparecen después de la lesión del tracto piramidal.

El objetivo del tratamiento es obtener el control de las sinergias flexoras y extensoras, que se presentan en los pacientes con espasticidad, en tal forma que se pueden utilizar múltiples combinaciones de estos patrones de movimiento para realizar actividades específicas tales como alcanzar, tomar, deambular y ejercer el cuidado personal.

El entrenamiento es dirigido primeramente hacia el control de la cabeza y el tronco, utilizando los reflejos tónicos cervicales y lumbares y las reacciones laberínticas y de enderezamiento, para facilitar los ajustes posturales reflejos. Después son estimulados los músculos del hombro y de la cadera mediante la estimulación de reacciones sinérgicas, utilizando estimulación superficial y profunda, así como mecanismos reguladores del tono muscular. Luego la atención es dirigida hacia las extremidades en una progresión distal, conforme la recuperación permite utilizar los mecanismos reguladores del tono y las reacciones asociadas.

Bobatt y Bobatt han desarrollado un sistema de tratamiento basado en los principios del ajuste postural reflejo. Señalan que la actividad refleja anormal produce distribución anormal del tono muscular y que por lo tanto, el tono puede ser in-

fluenciado al través de la inhibición de los patrones de actividad refleja anormal, así como que mediante técnicas especiales se puede facilitar un ajuste postural normal. Kabat ha propuesto un sistema de ejercicios terapéuticos utilizando mecanismos neurofisiológicos conocidos, el cual está dirigido a aumentar el control voluntario mediante el incremento de la excitación central y a lo cual llamó facilitación neuromuscular propioceptiva.

Estos mecanismos de facilitación comprenden: a) resistencia máxima, la cual estimula gran número de unidades motoras y actúa incrementando la irradiación hacia otros músculos; b) estimulación refleja mediante el reflejo de estiramiento, para producir movimientos masivos de flexión o extensión y por medio también de reacciones de equilibrio y de enderezamiento; c) irradiación, produciendo una dispersión de la excitación en un patrón predecible de movimiento a un movimiento resistido; d) inducción sucesiva, mediante la cual se aumenta la excitabilidad de un grupo muscular antagonista inmediatamente a la contracción de los agonistas, facilitando así la contracción de los antagonistas.

En la aplicación de estas y otras modalidades y sistemas de tratamiento se ha enfatizado la importancia de la organización jerárquica del sistema nervioso central, es decir, desde el punto de vista de las arqui-paleo-neoestructuras, ya que cada uno de estos niveles tiene propiedades relevantes en la rehabilitación. Así por ejemplo, la mayoría de los procesos neuronales que se proyectan de centros del arquisistema son bilaterales y multisinápticos.

Las vías del paleosistema tienden a decusarse y sus influencias mayores son contralaterales, pero usualmente también tienen importantes, aunque menores, componentes ipsilaterales; poseen pocas conexiones multisinápticas.

Los neosistemas son principalmente contralaterales, excepto el sistema neocerebelar, que es principalmente ipsilateral. Los neosistemas son los más vulnerables a la lesión, lo cual produce primariamente sintomatología contralateral. Sin embargo, Moore enfatiza la bilateralidad del cerebro mediante la existencia de interneuronas comisurales en todos los niveles del neuroeje, las cuales son responsables de la coordinación bilateral del sistema nervioso central de todo el cuerpo. Conforme se asciende en la escala filogenética hay aumento en las conexiones interneuronales comisurales, a pesar de la cefalización neuronal.

Estos y otros muchos aspectos cada día son más estudiados y mejor comprendidos en su aplicación para la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales que producen alteración de la función neuromotora. Sólo se ha hecho mención de algunos hechos importantes que representan avances significativos en la rehabilitación de los pacientes con hemiplejía. Se hace imperativa una mayor participación de neuroanatomistas, neurofisiólogos, especialistas en rehabilitación, terapeutas y muchos otros profesionales, para comprender mejor el funcionamiento normal y anormal del sistema nervioso central y encontrar mejores métodos de rehabilitación médica.

## V. AVANCES RECIENTES EN LA REHABILITACION DEL AMPUTADO

LUIS GUILLERMO IBARRA \*

La amputación de las extremidades constituye indudablemente una de las intervenciones quirúrgicas de mayor severidad tanto por lo que se refiere a la decisión del acto en sí mismo como a sus efectos sobre el paciente. Si bien es cierto que la mayor parte de las veces es ejecutada para preservar la vida del paciente, no lo es menor la frustración que este hecho genera tanto en el paciente como en el cirujano, situación que ha ido modificando paulatinamente gracias a los avances obtenidos a través de amplias e importantes investigaciones realizadas en muchas partes del mundo.

Las amputaciones constituyen una de las causas más frecuentes de la invalidez, ocupando el cuarto lugar de los casos notificados al Registro Nacional de Inválidos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y comprendiendo más de 8 por ciento del total de los mismos. La International Society for Prosthetics and Orthotics estima que en el mundo una persona de cada cien requiere algún tipo de prótesis, ortosis o aparato de rehabilitación; que existen 200 amputados de la extremidad superior y 1 000 de la inferior por cada millón de habitantes y que únicamente la tercera parte cuentan con prótesis. Conforme a estos indicadores se estima que en México deben existir alrededor de 70 mil amputados de la extremidad inferior y 14 mil de la superior.

### *Niveles de amputación*

Debe considerarse que toda amputación da por resultado un muñón y que éste no tiene ningún valor por sí mismo si no se hace funcional al través de una prótesis. Por lo tanto, el cirujano debe considerarse como parte de un equipo que incluye, por lo menos, al paciente, al especialista en rehabilitación, al protesista y a la terapeuta, con el propósito de conseguir que el paciente regrese a su hogar, sin dolor y siendo capaz de valerse por sí mismo y de disfrutar en algún grado de la vida.

Por otro lado, deben tomarse en consideración los llamados niveles de amputación. Así la hemipelvectomía y la desarticulación de cadera están casi enteramente determinadas por la condición patológica, debiendo únicamente señalarse que ya no existe ninguna necesidad de dejar una o dos pulgadas del fémur al nivel de la cadera, debido a los avances en prótesis.

La amputación por arriba de la rodilla debe ser lo más distal posible, pero tomando en cuenta que

cuando existe una deformidad en flexión de cadera de más de 30°, es preferible tener un muñón más corto que el que demande la patología y por otro lado se requiere que el muñón termine entre 4½ a 5 pulgadas por arriba del eje de la rodilla, para permitir la colocación de una rodilla protésica.

La desarticulación de la rodilla es un buen procedimiento, porque se realiza relativamente sin hemorragia y la mayoría de los músculos del muslo mantienen sus inserciones normales. Es especialmente útil durante el periodo de crecimiento, porque conserva la epífisis distal y en el anciano porque sus propiedades de apoyo permiten un mejor equilibrio. La amputación por abajo de la rodilla no debe realizarse a un nivel inferior a la unión músculo tendinosa de los gemelos y en general, no debe ser más corta que 3½ pulgadas a partir del platillo tibial. La amputación de Syme proporciona un excelente muñón con buenas propiedades de apoyo final y en ciertas circunstancias, permite la locomoción aún en ausencia de prótesis, especialmente aplicable en el periodo de crecimiento y en los ancianos. En general no es recomendable ninguna amputación entre la de Syme y la transmetatarsiana porque el muñón tiende a la deformación en equino varo.

### **Procedimientos de rehabilitación**

Los procedimientos a seguir para la rehabilitación del amputado deben seguir la secuencia perfectamente bien sistematizada que comprende la valoración previa a la prescripción de la prótesis; la propia prescripción, el tratamiento protésico, la fabricación, la revisión inicial, el entrenamiento protésico, la revisión final, el regreso al trabajo y el seguimiento.

### *Evaluación preprotésica*

La evaluación preprotésica comprende un adecuado examen médico y psicológico y toda la información que se requiere para determinar el tipo y la naturaleza de cuidados de cada paciente, tales como causa de la amputación, condiciones del muñón, planes futuros de ocupación, intereses recreativos u opinión del paciente. Del estudio y análisis de esta información se desprende el tratamiento, ya sea médico, quirúrgico, protésico, o una combinación.

### *Prescripción*

La mayor parte de las veces los problemas del muñón se resuelven mediante una adecuada prescripción protésica en la cual se detallan todos y cada uno de los componentes y características de la prótesis, tales como material, tipo de *socket*, suspensión, tipo de rodilla y de pie, así como aquellas condiciones que se desvían de las características básicas.

\* Académico numerario.

## Tratamiento preprotésico

El tratamiento preprotésico incluye corrección de deformidades, el fortalecimiento de los músculos, el mejoramiento de la coordinación, el alivio de los síntomas relacionados con el trauma quirúrgico y el vendaje para modelar el muñón.

## Fabricación de la prótesis

La fabricación de la prótesis comprende la toma del molde y de medidas, la elaboración del *socket*, el ensamble de las diferentes partes y su adecuado alineamiento y adaptación al paciente.

## Revisión inicial

La llamada revisión inicial constituye la primera evaluación de la prótesis y del paciente como una entidad biomecánica y puede ser definida como el examen sistemático del paciente y de su prótesis para su alineamiento estático y dinámico. Frecuentemente se lleva al cabo con la prótesis sin terminar, con el propósito de que puedan efectuarse modificaciones menores a un bajo costo. No se debe permitir el uso de la prótesis por el paciente antes de que esta haya sido revisada satisfactoriamente.

## Entrenamiento protésico

Una vez terminada satisfactoriamente la llamada revisión inicial se inicia el entrenamiento protésico, que comprende a su vez dos aspectos: uno orientado a que el paciente aprenda a realizar los diferentes movimientos del cuerpo para controlar la prótesis y otro consistente en el uso real de la prótesis. La duración, tipo e intensidad del entrenamiento depende de la naturaleza de la incapacidad, de las características del paciente y de otras consideraciones.

## Revisión final

Cuando se considera que el paciente ha comprendido su programa de entrenamiento se realiza entonces la revisión final, la cual consiste en evaluar la condición física y psicológica del paciente, la prótesis, los aspectos biomecánicos y el uso de la misma. Si las condiciones de estos tres factores (biomecánico, físico y psicológico) son satisfactorios, se da por terminado el entrenamiento.

## Seguimiento

Ya sea por que la prótesis está sujeta a cambios mecánicos o porque el paciente frecuentemente presenta alteraciones físicas, la relación paciente-prótesis es transitoria y se requiere de exámenes

periódicos durante un tiempo indefinido. En general se recomienda un examen cada seis meses.

## Prótesis inmediata

En los métodos tradicionales de amputación, la cicatrización, la eliminación del edema, la remodelación y el acondicionamiento del muñón, requieren por lo menos de seis semanas antes de poder realizar la adaptación de la prótesis. En cambio, con las técnicas de prótesis inmediata es posible que el paciente inicie la estación de pie y la deambulación dentro de las siguientes 24 o 48 horas. Para ello se aplica un vendaje rígido posquirúrgico, como un *socket* protésico, con lo cual se evita la construcción proximal y permite controlar la presión sobre el muñón. El sitio de amputación es sometido a gradientes de presión óptima y mediante ello se controla el edema, se da soporte a la circulación y se reduce la reacción inflamatoria. Así, con una apropiada presión terminal y una buena inmovilización local de los tejidos el paciente se puede mover libremente y cómodamente, sostenerse de pie y caminar con ayuda. Se realizan ejercicios activos de la extremidad operada lo cual favorece el intercambio de líquidos y la nutrición.

En esta forma se reducen las complicaciones locales y sistémicas y se simplifican los cuidados de enfermera, especialmente en pacientes senectos.

Se ha señalado que la adaptación de la prótesis inmediata permite la continuación de la propiocepción al través de las fuerzas transmitidas por el *socket* al muñón y que la imagen de pérdida de la extremidad es modificada por la habilidad de poderse sostener sobre su extremidad.

## Avances en biomecánica

Otro de los avances considerables que se ha tenido en la rehabilitación del amputado se deriva de un mejor conocimiento de la biomecánica normal y protésica, los cuales trataré de resumir muy brevemente.

Son condiciones esenciales para el uso de una prótesis el que esta sea estable, funcional y especialmente cómoda, ya que toda prótesis que produce dolor no es usada. En el pasado la adaptación de las prótesis se basaba en la experiencia clínica, en el error y la corrección. En años más recientes las contribuciones derivadas de la investigación han proporcionado un entendimiento más claro de los factores biomecánicos que intervienen en la fabricación, adaptación y uso de las prótesis.

## Mecanismos de pie y tobillo

Es difícil simular la complejidad del sistema anatómico del tobillo y del pie. Las prótesis que se han diseñado tienen como funciones principales la absorción de la fuerza de apoyo del talón, la adaptación en el terreno irregular y la propulsión

y despegue del pie al terminar la fase de apoyo de la marcha.

Para lo anterior se cuenta con tres principales tipos de unidades de pie y tobillo: el de SACH, la unidad de pie de eje simple y la unidad de pie de eje múltiple.

El pie SACH (siglas correspondientes a Solid Ankle Cushion Heel) es tal vez el mejor y el más usado en la actualidad. Consiste de una quilla o empalme de madera con una cubierta de material plástico y una corta banda que pasa por debajo del empalme y se extiende hacia delante hasta la sección de los dedos y de un tornillo que fija el pie a la pierna y finalmente de un talón de goma. Este pie proporciona movimientos debido a la compresión de los materiales de que está constituido. El talón de goma puede tener diferentes grados de compresibilidad, la cual se selecciona dependiendo del nivel de amputación, del peso del cuerpo y de la habilidad para controlar la prótesis. El pie SACH también se puede utilizar con un empalme externo.

#### *Prótesis para la amputación abajo de rodilla*

Uno de los avances más importantes durante los últimos años en prótesis para amputación abajo de rodilla es la llamada prótesis PTB o de apoyo en el tendón rotuliano. Esta consiste en un *socket* cuyas paredes se adaptan en forma total a la forma del muñón. Lo que da una mayor distribución de la presión y da mayor comodidad. Por otro lado, el *socket* es alineado con ligera flexión inicial, con lo cual se logra una disminución de la carga vertical. A esto se le agrega una depresión interna a nivel del tendón del cuádriceps con lo que se concentra a dicho nivel una mayor cantidad de la carga. La prótesis PTB está diseñada para que su *socket* tenga un contacto total con el muñón, lo cual ayuda a prevenir el edema, permite una mayor área de distribución del peso y provee una mejor retroalimentación sensorial. Además, el alineamiento es ahora mejor entendido y se refiere a la posición relativa de las varias partes de la prótesis, particularmente el *socket* y el pie. Este alineamiento influye en la magnitud y distribución de las fuerzas transmitidas al muñón por el *socket*. Finalmente la suspensión consiste en un pequeño cubilete supracondíleo o suprapatelar. Estos tipos de suspensión, tanto el supracondíleo como de cubilete, producen una atrofia de la musculatura del muslo y por ello se han diseñado otros tipos de sujeción en el *socket* mismo.

#### *Prótesis para amputación arriba de la rodilla*

Los principios biomecánicos relacionados con la forma del *socket* y el alineamiento protésico mencionados anteriormente son también aplicables para las prótesis para amputaciones arriba de la rodilla.

Uno de los avances substanciales se refiere al *socket* cuadrangular el cual se caracteriza por cuatro paredes distintas y por depresiones y prominencias en su superficie interna para evitar la presión excesiva sobre los tendones, músculos y prominencias óseas, en tanto que se distribuye la presión sobre los tejidos blandos de una manera apropiada. Este *socket* también proporciona un contacto total. La pared posterior de este *socket* está diseñada para proporcionar un apoyo isquiático que soporta la mayor parte del peso del cuerpo y al mismo tiempo proporciona una superficie que actuando sobre el muñón estabiliza el tronco, manteniendo la postura erecta mediante la acción de los músculos extensores de la cadera, lo que al mismo tiempo ayuda a estabilizar la rodilla. La pared anterior es relativamente alta, con el propósito de mantener la tuberosidad isquiática sobre su lugar apropiado, evitando la basculación anterior de la pelvis. Al mismo tiempo esta alta pared anterior proporciona una mayor área sobre la cual se distribuyan las fuerzas aplicadas al muñón. La pared externa desempeña un importante papel en la estabilización lateral de la pelvis durante la marcha, cuando la extremidad sana se encuentra en fase de balanceo, el cual proporciona un apoyo a la acción del glúteo medio y disminuye la claudicación. La pared interna está diseñada para contener los tejidos blandos y evitar la formación de un rollo de partes blandas, para lo cual su altura es ligeramente inferior al apoyo isquiático. El *socket* debe tener una ligera flexión inicial para ayudar a que los músculos glúteo mayor e isquiotibiales realicen la extensión de la cadera, para facilitar la movilización anterior y posterior del muslo protésico y para mantener la tuberosidad isquiática en su lugar.

Se debe prestar una especial atención al alineamiento del *socket* en relación con el eje de la rodilla, del tobillo y del pie, todo lo cual influye en la localización, magnitud y dirección de las fuerzas que actúan sobre el muñón.

#### *Prótesis para desarticulación de cadera*

La prótesis más comúnmente usada en la actualidad para la desarticulación de cadera es la llamada de tipo canadiense, en la cual existe una canastilla de contacto total que con algunas variaciones en el diseño, dependiendo de la cantidad de tejidos remanentes, permite el apoyo del peso del cuerpo y proporciona una adecuada suspensión. Esta canastilla rodea la pelvis mediante una banda a nivel de la cintura que permite sostener firmemente la pelvis y disminuye al mínimo el movimiento entre el muñón y la canastilla. El peso es primariamente apoyado sobre la tuberosidad isquiática y la atrofiada musculatura glútea.

Las articulaciones de la cadera y de la rodilla son estabilizadas mediante la localización de la articulación de la cadera protésica por delante de la línea de gravedad, creando así una fuerza de extensión a nivel de la cadera. La articulación de la rodilla es colocada por atrás de la línea de gra-

vedad, de tal manera que ésta extienda la rodilla. Un tirante posterior a la cadera y anterior a la rodilla limita la flexión de la cadera y actúa como una ayuda para la extensión de la rodilla. Para proporcionar una adecuada estabilidad en el plano frontal la prótesis es alineada con una base estrecha, en tal forma que el centro del talón protésico debe quedar verticalmente bajo la tuberosidad isquiática.

### *Construcción modular*

Durante los últimos años se han diseñado prótesis mediante la utilización de componentes estandarizados intercambiables que pueden ser ensamblados para proporcionar una prótesis que satisfaga las necesidades individuales de los pacientes amputados. Existen diferentes sistemas de prótesis modulares, pero todos ellos tienen similitudes básicas como son las siguientes:

1. Utilización de una estructura tubular que constituye el esqueleto interno y a la cual se ensamblan el pie y la rodilla, el *socket* y otros componentes; 2. una cubierta de material blando sobre la estructura endoesquelética para proporcionar una apariencia viva; 3. la incorporación de medios de ajuste y de alineamiento de la prótesis.

### *Prótesis hidráulicas*

Se han desarrollado diferentes tipos de prótesis controladas mediante fluidos, la mayor parte de ellas de tipo hidráulico, que utilizan aceite y otras de tipo mecánico. El control de estas prótesis depende de la resistencia del fluido al pasar por pequeñas aberturas y no de la fricción creada entre dos superficies sólidas. Este tipo de resistencia permite un balanceo de características más cercanas a la de la marcha normal.

Se han diseñado algunas unidades más complejas, como un sistema endoesquelético, que incluye en un mismo eje, la rodilla, la pierna y la articulación del tobillo envueltos en una cubierta cósmica. Cuando la rodilla es flexionada más de 20 grados, el sistema hidráulico produce la dorsiflexión del pie y cuando el talón toca el piso produce una rápida flexión plantar que aumenta la estabilidad de la rodilla.

Existe otra rodilla con control especial para la fase de apoyo, la cual permite darle una mayor

estabilidad cuando el mecanismo es activado, con lo cual el paciente puede apoyar el peso del cuerpo por un breve periodo, sin necesidad de realizar una extensión activa de la cadera, ya que esta unidad de rodilla proporciona un mecanismo lento de flexión como cuando se desciende rampas o escaleras, proporcionándole una apariencia más normal.

### *Sistema mioeléctrico*

En lo que se refiere a prótesis para amputaciones de la extremidad superior, se han desarrollado sistemas de mando como el mioeléctrico, basado en la captación de la actividad bioeléctrica de los músculos remanentes, la cual amplificada es usada para controlar un pequeño electromotor que mueve los dedos y el pulgar. Los electrodos se colocan en tal forma que los músculos extensores abran los dedos y los flexores los cierran. La fuente de energía es proporcionada por un acumulador pequeño recargable, que va alojado dentro o fuera de la prótesis.

### *Materiales utilizados en prótesis*

El desarrollo de diversos materiales también ha permitido aprovecharlos en la construcción de prótesis, requiriéndose que estos sean resistentes, que no produzcan reacciones alérgicas, térmicos, ligeros, durables, funcionales, de fácil manejo y de bajo costo.

En la actualidad se utilizan resinas acrílicas o poliéster para la fabricación de cuencas, acabados y rellenos; *nylon* y *dacron* en laminación de *sockets*; duroaluminio y acero inoxidable en la fabricación de articulaciones, barras, módulos tubulares y herrajes; hules y silicones en piezas que requieran acojinamiento, suavidad y tolerancia al movimiento, polipropileno y otros materiales termoplásticos utilizados en la fabricación de cuencas, articulaciones de alta impactación, prótesis parciales de pie y otros.

En conclusión pudiera decirse que para nuestro país los avances más importantes los constituyen: a) el trabajo en equipo; b) las mejores técnicas quirúrgicas; c) la rehabilitación temprana; d) el mejor conocimiento biomecánico, con todo lo cual y a un menor costo puede ofrecerse una mejor atención a los pacientes amputados.