

BIOMECANICA DE LAS FRACTURAS.

La biomecánica es la mecánica aplicada a la biología y la mecánica es el análisis de cualquier sistema en dinámica, siendo esto el movimiento relativo de un *quantum* y *partículas* subatómicas o el movimiento de las galaxias.

El término mecánica fue empleado por primera vez por Galileo en 1638 en su tratado donde describía la fuerza, el movimiento y la dureza de los materiales. Galileo, Harney, Santorio y Descartes, fueron los pioneros de la biomecánica, basando sus descubrimientos biológicos en principios físicos y análisis cuantitativos. Sus contribuciones fueron el descubrimiento de la circulación sanguínea, del desarrollo del microscopio, el modelo teórico matemático de la estructura animal y principios del metabolismo, hoy en día todo esto es aplicado en las ciencias de la salud desde problemas clínicos del sistema cardiovascular, hasta la fisiología cuantitativa de los tejidos biológicos e implantes ortopédicos, así como la cinética del sistema músculo esquelético.

El hueso como un material.

Antes de discutir las propiedades mecánicas del hueso y las fuerzas que actúan en él, es necesario conocer a la perfección la anatomía ósea. El hueso compacto (cortical), está compuesto en 2 terceras partes de su peso (aproximadamente un medio de su volumen) de material inorgánico y tiene una composición similar a la hidroxapatita $3 \text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca} (\text{OH})_2$.

El resto está compuesto de materia orgánica principalmente colágeno que está dispuesto en fibras paralelas a las que se les unen los cristales inorgánicos de hidroxapatita. El hueso al microscopio luminoso y microscópicamente existen 2 tipos diferentes, el hueso cortical y el hueso esponjoso. La mayor diferencia es la porosidad en hueso cortical es del 5 al 30% mientras que en el hueso esponjoso es del 30% hasta el 90%.

En general el hueso es una buena composición material teniendo fuerza mayor a la que tienen los cristales de hidroxapatita y el colágeno por separado. El material más suave (colágeno) prevé la debilidad del tejido más fuerte (apatita).

Las propiedades como fuerza ósea, debilidad y la absorción de la energía no sólo dependen de las propiedades materiales del hueso (composición inherente y morfología microscópica de los componentes óseos, uniones entre las fibras y matriz y los uniones en los puntos de contacto de las fibras), sino que también depende de las propiedades estructurales (la geometría) del hueso en su totalidad, longitud del hueso y curvatura del hueso) además la fuerza del material varía dependiendo de la edad y sexo, principalmente luego otros factores a considerar son: la orientación de la fuerza aplicada al hueso y rango de deformación y tensión *versus* compresión, doblamiento *versus* torsión.

La función del hueso contra la falla del hueso.

El sistema esquelético tiene tres funciones primordiales, rodear órganos vitales para brindarles protección, actuar como lugares de inserción cinéticos para los músculos (generadores de fuerza intrínseca) y la facilidad de los movimientos corporales por medio de articulaciones bien lubricadas (de baja fricción). Por lo anterior el hueso ha desarrollado 2 propiedades únicas:

-El hueso remodela de acuerdo a sus necesidades funcionales (ley de Wolf)

-El hueso tiene la capacidad de repararse.

El hueso en una situación estática, actúa a todo lo largo para resistir las fuerzas de gravedad. En dinámica, durante la locomoción, esas fuerzas pueden ser aumentadas y omnidireccionales. El hueso en función, sufre 2 tipos de fuerzas:

-**Las fuerzas intrínsecas** pueden ser fisiológicas y son direccionadas por las articulaciones, ligamentos e inserciones musculares.

- **Las fuerzas extrínsecas** se originan del medio ambiente y no hay un límite en cuanto a su magnitud o a la dirección de aplicación, como lo puede ocasionar un atropellamiento automovilístico. Obviamente estas fuerzas no fisiológicas, tienen un potencial muy elevado para causar una falla ósea catastrófica (fractura) y eso debe ser entendido para evaluar la biomecánica de la etiología de la fractura.

Las fuerzas intrínsecas y extrínsecas causan deformaciones microscópicas del hueso, ese grado de deformación depende de la magnitud de la fuerza, la geometría ósea y las propiedades materiales del hueso.

La fractura ósea ocurre en el punto en el que la capacidad de absorber del hueso es rebasada ($K=1/2 mV^2$).

Conceptos mecánicos básicos:

Cuando se aplica una fuerza a cualquier objeto, este sufrirá deformaciones de sus dimensiones originales y las fuerzas internas serán producidas dentro del objeto. Las deformaciones causadas en cualquier punto de un objeto cualquiera se llama deformación local (tensamiento) y la intensidad de la fuerza interior se le conoce como estrés en ese punto.

Estrés = intensidad de una fuerza local (las dimensiones son la fuerza por unidad de área, MN/M² Mpa).

Tensión = deformaciones locales (dimensiones son longitud por longitud).

La tensión en cualquier punto en un hueso sujeto a fuerzas es matemáticamente relacionado al estrés en ese punto.

Si se aplica una fuerza de gran magnitud a un hueso superior a la fuerza de estrés o tensión que pueda resistir causará una fractura.

El concepto de estrés o de tensión se simplifica considerablemente si se considera a un estrés presente en un plano imaginario de un hueso.

Si tomamos un pequeño cubo de una diáfisis femoral y la cara superior se designa con la letra A., dos fuerzas internas pueden actuar en esa cara del cubo, el primero es la fuerza (F).

Respuesta de las células ósea o las hormonas calcio reguladoras:

Hormonas de la paratiroides

La HPT moviliza Calcio del hueso por 2 mecanismos. Hay una activación de la bombas de Calcio osteocítica, osteoblástica que remueve el Calcio de las paredes pericanaliculares y perilagunares y transportando hasta el fluido extracelular, además se aumenta la actividad de reabsorción de los osteoclastos para que posteriormente la proliferación de células osteoprogenitoras sea estimulada en osteoclastos y osteoblasto, se reduce la síntesis de matriz y se aumenta la actividad anabólica de los osteoblastos.

Calcitonina.

El efecto hipocalcémico de la CT es mediado por una osteoclasia reducida. La calcitonina causa que los osteoclastos sean removidos de las superficies óseas y pierden sus borde de cepillo especializadas se pierde la disposición de las vacuolas y las mitocondrias y se dispersan alrededor de las células.

Colecalciferol (Vitamina D).

La vitamina D es esencial para la mineralización del hueso y para la movilización del Calcio del hueso. La Vitamina D no participa directamente en el proceso de mineralización, sino que produce un producto sérico de Calcio

EVALUACION CLINICO - RADIOLOGICA DE LA CICATRIZACION DE LAS FRACTURAS

El realizar algún procedimiento tiene como finalidad restablecer la funcionalidad del miembro afectado en un 100%, para esto se aplican materiales de inmovilización; ya sea que estén contenidos dentro o fuera del organismo, esto es conocido como fijación interna y fijación externa respectivamente. Una vez realizado este procedimiento (férula, vendaje, clavo intramedular o placa) es indispensable el estudio radiográfico postoperatorio inmediato, no precisamente para observar los resultados obtenidos en la fijación de la fractura, sino para observar el inicio e la carrera de la resistencia del implante contra la cicatrización de la fractura.

Existen ciertos procedimientos que a lo largo de los años se han venido aplicando en el Hospital Veterinario UNAM, y para comprenderlos es necesario tener un dominio pleno de las ciencias básicas como son anatomía, histología y fisiología el hueso, así como la biomecánica del mismo y la mecánica de la fijación ya sea interna o externa.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las normas a seguir después de que se le ha practicado al paciente la fijación de una fractura, desde conocer o tratar de evitar algún posible fracaso de la cirugía durante el proceso de consolidación de la fractura hasta la obtención de la unión clínica, momento en el que esta indicado el retiro del implante o de la férula.

Para lograr este objetivo es menester conocer a fondo los acontecimientos de la cicatrización ósea, tanto histológica, como clínica y radiológicamente; ya que la conjunción de estos tres puntos ayuda a formar un criterio en el tratamiento posquirúrgico de un paciente fracturado.

Cicatrización Básica de las Fracturas.

La respuesta del hueso ante un traumatismo:

Conforme se ha incrementado el conocimiento de los procesos fisiológicos, el entendimiento de la secuencia de los eventos fisiológicos, el entendimiento de la secuencia de los eventos que ocurren después de que el hueso ha perdido su continuidad es mucho más claro que antes.

La cicatrización de las fracturas se ha dividido en fases, pero hay que hacer notar que los eventos descritos en una fase, persisten en la siguiente y que los que ocurren en fases subsecuentes inician en la fase anterior.

Fase Inflamatoria: