

PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

SERVICIO DEPARTAMENTAL DE SALUD

LA PAZ

MONOGRAFÍA

INFORME DE ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL

DE SALUD RURAL OBLIGATORIO EN EL AREA DE LA PAZ

CENTRO INTERINSTITUCIONAL DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

ABRIL – JUNIO DEL 2003

Nombre: Rivero Jiménez Merly Mónica.

Profesión: Médico.

Centro de Salud: Centro Interinstitucional de Emergencias y Desastres – CIED.

Area: La Paz.

Red: Norte.

Municipio: La Paz.

Provincia: Murillo.



1040
Dr. Felipe Crespo Gamarra
COORDINADOR
CIED / SODES LA PAZ

CENTRO INTERINSTITUCIONAL DE EMERGENCIAS Y DESASTRES - CIED

SERVICIO SOCIAL DE SALUD RURAL OBLIGATORIO

TRABAJO FINAL DE ROTE

TEMA:

TERREMOTOS

Médico Interno:

Merly Mónica Rivero Jiménez.

LA PAZ - BOLIVIA

ABRIL - JUNIO 2003

TERREMOTOS

INTRODUCCIÓN.

Los TERREMOTOS constituyen una de las catástrofes naturales más devastadoras y más aterradoras que existen. En unos cuantos momentos, miles de personas pueden perder bienes, salud, seres queridos y, tal vez, la vida.

Algunos terremotos han llegado a causar cientos de miles de muertes y graves daños en áreas de miles de kilómetros cuadrados, y se recuerdan como fechas dolorosas de la historia de la humanidad.

LOS TERREMOTOS MÁS DESTRUCTIVOS REGISTRADOS EN EL MUNDO

FECHA	LUGAR	MUERTES
23/01/1556	China, Shansi	830.000
11/10/1737	India, Calcuta	300.000
27/07/1976	China, Tangstan	255.000
09/08/1138	Siria, Aleppo	230.000
22/05/1927	China, Xining	200.000
22/12/ 856	Irán, Damghan	200.000
16/12/1920	China, Gansu	200.000
23/03/ 893	Irán, Ardabil	150.000
01/09/1923	Japón, Kwanto	143.000
28/12/1908	Italia, Messina	70.000 a 100.000

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO.

Desde la Antigüedad hasta la época helénica y durante la Edad Media (y en algunas culturas hasta la fecha) se dio a los terremotos, como a todos aquellos fenómenos

cuya causa se desconocía, una explicación mítica. Los japoneses creían que en el centro de la Tierra vivía un enorme bagre (pez gato), cuyas sacudidas causaban los terremotos; en Siberia éstos eran atribuidos al paso de un dios en trineo bajo la Tierra; los maoríes creían que un dios, Raumoko, enterrado accidentalmente por su madre, la Tierra, gruñía causando terremotos.

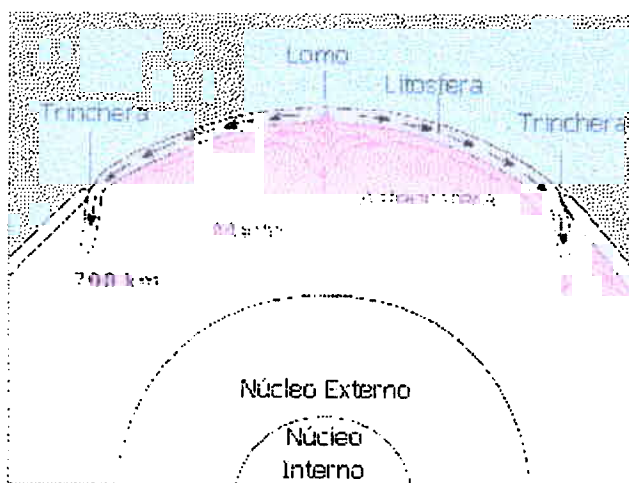
En el mundo antiguo los efectos de los terremotos fueron a menudo tema de leyendas; por ejemplo, el hundimiento de la Atlántida hace doce siglos, narrado por Platón, y el "Diluvio de Ogiges" de 1900 a.C., causado probablemente por los efectos de un terremoto y un *tsunami* .

Los terremotos eran, además, fuente de supersticiones. Según Tucídides, los ejércitos del Peloponeso que avanzaban sobre Beocia fueron sacudidos por sismos, en 476 a.C., y éstos fueron considerados como malos augurios, por lo que la invasión se canceló. En la China antigua se creía que los terremotos anunciaban cambios inminentes en el gobierno.

Los filósofos de la antigua Grecia fueron los primeros en asignar causas naturales a los terremotos. Anaxímenes (siglo V a.C.) y Demócrito (siglo IV a.C.) pensaban que la humedad y el agua los causaban. La teoría de que eran producidos por salidas súbitas de aire caliente fue propuesta por Anaxágoras y Empédocles (siglo IV a.C.) y recogida por Aristóteles (siglo IV a.C.), quien le dio tal respetabilidad, que llega, a través de los romanos Séneca y Plinio el Viejo (siglo I), hasta la Edad Media, en la que fue difundida por Avicena y Averroes, Alberto Magno y Tomás de Aquino.

Sin embargo, durante el medievo las explicaciones naturalistas de los terremotos fueron formalmente prohibidas como heréticas y la única causa aceptada en Europa era la de la cólera divina. No fue sino hasta principios del siglo XVII que se volvió a especular acerca de causas naturales.

ESTRUCTURA DE LA TIERRA.



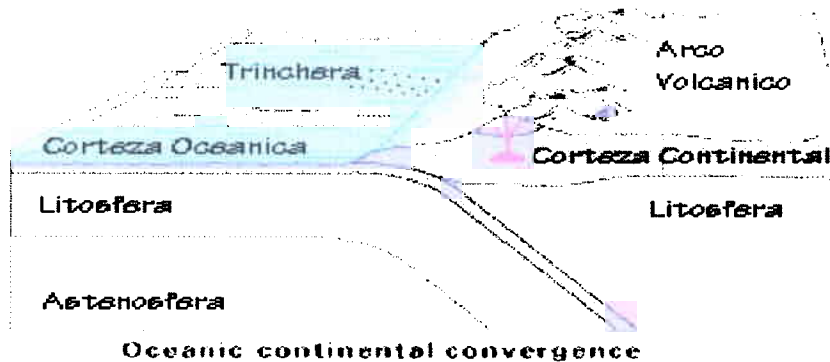
Nuestro planeta está constituido internamente por: La capa exterior se llama *corteza* y es de dos tipos: la corteza *oceánica*, que compone el fondo de los mares, es basáltica y tiene espesores promedio de 5 a 7 km; la corteza continental que forma los continentes es primordialmente granítica y tiene un grosor promedio de 30 a 40 km, aunque bajo las grandes cadenas montañosas, como el Himalaya, alcanza un grosor mayor de 60 km. En Europa y algunas partes de América se ha identificado una discontinuidad de velocidades de la corteza, alrededor de los 27 km de

profundidad, que se conoce como *discontinuidad de Conrad*.

Bajo la corteza se encuentra el *manto*, que llega hasta los 2.870 km de profundidad. El cambio corteza/manto se conoce como *discontinuidad de Mohorovicic* o *Moho*. El manto se divide en *manto superior* que va de la base de la corteza hasta los 700 km de profundidad, y *manto inferior*; está compuesto por rocas parecidas al olivino y la peridotita, que son silicatos y óxidos de magnesio de hierro. La parte del manto situada entre los 100 y 200 km de profundidad se encuentra cercana al punto de fusión, y se comporta como un líquido para escalas de tiempo geológicas; es conocida como *astenosfera* (del griego *astenos* = sin fuerza).

Desde la base del manto, separado de éste por la discontinuidad de Gutenberg, hasta los 5.150 km de profundidad, se encuentra el *núcleo externo*. Éste se supone compuesto de hierro-níquel y se sabe que es líquido porque no transmite las ondas de cizalla. Es posible que sean corrientes del material de este manto líquido las que producen el campo magnético terrestre. Debajo del núcleo externo, separado de éste por la discontinuidad de Lehman, y en el centro de la Tierra (hasta los 6.371 km de profundidad) se encuentra el *núcleo interno*, que es sólido a pesar de tener temperaturas del orden de los 4 0000° C, y se cree que está constituido por compuestos de hierro.

El cascarón exterior llamado litosfera no es continuo sobre la superficie de la Tierra. sino que está formado por diferentes "placas", que hacen contacto unas con otras, como los gajos de una pelota de fútbol. Las placas sufren movimientos relativos, debidos a fuerzas de origen aún no completamente conocido, aplicadas a lo largo de las mismas. Como la superficie del planeta esta cubierta por las placas, el movimiento relativo entre ellas solo se logra si en algunos de los márgenes de las mismas se está creando nueva litosfera mientras que en otros márgenes algunas de ellas "cabalgan" o se enciman sobre otras; un proceso al que se conoce actualmente como *subducción*.



Debido a estos movimientos los continentes han variado su posición relativa a través del tiempo geológico y se cree que en un tiempo estuvieron todos reunidos en un gran continente llamado *Pangea*. Esto nos explica el ajuste que existe entre, por ejemplo, las costas de Sudamérica y África. Las zonas de creación de nueva litosfera se presentan como cordilleras submarinas y las zonas de subducción forman a menudo trincheras submarinas de gran profundidad. Podemos también notar que las diferentes placas no coinciden con los continentes y los océanos, sino que pueden tener corteza continental y oceánica.

No se sabe con certeza qué causa los esfuerzos que producen los movimientos de las placas, pero se cree que éstos son producidos por transferencia convectiva de calor, término que significa que el calor es llevado de un lugar a otro por el movimiento mismo del medio.

SISMOLOGIA.

La sismología es la ciencia que estudia todo lo referente a los sismos: la fuente que los produce (localización, orientación, mecanismo, tamaño, etc.), las ondas elásticas que generan (modo de propagación, dispersión, amplitudes, etc.) y el medio físico que atraviesan dichas ondas.

SISMOS.

Del griego *seiein* = mover. Con el nombre general de sismos o seísmos se designa a todos los movimientos convulsivos de la corteza terrestre, éstos se clasifican en **microsismos**, cuando son imperceptibles; **macrosismos**, cuando son notados por el hombre y causan daños en seres vivos y casas; y **megasismsos**, cuando son tan violentos que pueden producir la destrucción de edificios, la ruina de ciudades enteras y gran número de víctimas. Los macrosismos y megasismsos son los conocidos con el nombre de **TERREMOTOS** o temblores de tierra.

TEMBLOR. Se llama así a un sismo pequeño y que generalmente es local.

TERREMOTOS.

Un terremoto es el movimiento brusco de la Tierra, causado por la brusca liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones.

ORIGEN DE LOS TERREMOTOS.

- **Origen tectónico:** El 90 % de los terremotos tiene origen tectónico, es decir que su origen está relacionado con zonas fracturadas o fallas, que dejan sentir sus efectos en zonas extensas.
- **Por erupciones volcánicas:** La actividad subterránea originada por un volcán en proceso de erupción puede originar un terremoto.
- **Por hundimientos de cavernas, cavidades subterráneas o galerías de minas:** Estos trastornos son causados por disoluciones de estratos de yeso, sal u otras sustancias, o debidos a deslizamientos de terrenos que reposan sobre capas arcillosas, dichos trastornos van a originar movimientos sísmicos locales que afectan a una región muy pequeña.
- **Otras causas:** También se ha estimado que una fuerza extrínseca, provocada por el hombre, podría desencadenar un terremoto, probablemente en un lugar donde ya había una falla geológica. Es así como se ha supuesto que experimentos nucleares, o la fuerza de millones de toneladas de agua acumulada en represas o lagos artificiales podría producir tal fenómeno.

ORIGEN TECTÓNICO.

Placas: La corteza de la Tierra está conformada por una docena de placas de aproximadamente 70 km. de grosor, cada una con diferentes características físicas y químicas. Estas placas ("tectónicas") se están acomodando en un proceso que lleva millones de años y han ido dando la forma a la superficie de nuestro planeta,

originando los continentes y los relieves geográficos en un proceso que está lejos de completarse. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos casos estas placas chocan entre sí como gigantescos témpanos de tierra sobre un océano de magma presente en las profundidades de la Tierra, impidiendo su desplazamiento. Entonces una placa comienza a desplazarse sobre o bajo la otra originando lentos cambios en la topografía. Pero si el desplazamiento es dificultado, comienza a acumularse una energía de tensión que en algún momento se liberará y una de las placas se moverá bruscamente contra la otra rompiéndola y liberándose entonces una cantidad variable de energía que origina el Terremoto.

Fallas: Las zonas en que las placas ejercen esta fuerza entre ellas se denominan fallas y son, desde luego, los puntos en que con más probabilidad se originen fenómenos sísmicos. Sólo el 10% de los terremotos ocurren alejados de los límites de estas placas.

FUENTE SÍSMICA

Como ya se indico los sismos ocurren cuando las rocas no soportan los esfuerzos a los que están sometidas y se rompen súbitamente, liberando energía elástica en forma de ondas sísmicas.

Para comprender mejor lo que es la fuente sísmica vamos a recurrir a una de las ramas de la física llamada elasticidad.

Elasticidad.

Cuando aplicamos una fuerza a un cuerpo en reposo, cada punto de éste cambia de lugar respecto al cual se encontraba originalmente; este cambio de posición se llama *desplazamiento*. Si todos los puntos del cuerpo se desplazan de la misma manera, éste no cambia de forma, pero si cada punto lo hace de manera diferente, el material se deforma; así, llamamos *deformación* al cambio de desplazamiento de cada punto del cuerpo respecto a los puntos que lo rodean.

Si al dejar de aplicar la fuerza el material recobra su forma original, decimos éste es *elástico* (se comporta elásticamente); si no recobra su forma original, que es *plástico* (se comporta plásticamente). Un material totalmente plástico no puede almacenar energía elástica; por lo tanto, los sismos se deben al comportamiento elástico de la Tierra.

Si aplicamos un esfuerzo a un material elástico, éste se deformará, de tal manera que la deformación será proporcional al esfuerzo: a mayor esfuerzo, mayor deformación; esta relación se conoce como *ley de Hooke*.

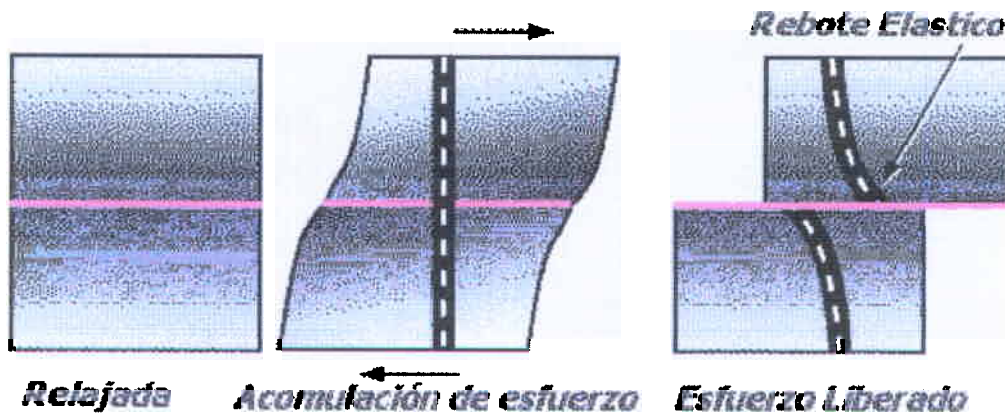
Al deformar el material mediante la aplicación de un esfuerzo, estamos realizando un trabajo, esto es, estamos gastando *energía* (energía es la capacidad de realizar trabajo). Al dejar de aplicar el esfuerzo, el cuerpo recupera su forma original, esto es, devuelve el trabajo que realizamos sobre él y que almacenó como *energía elástica potencial*.

Casi todos los materiales naturales son elásticos, pero con limitaciones: si a un sólido elástico se le aplica un esfuerzo demasiado grande, se rompe o queda deformado permanentemente; si se aplica un esfuerzo durante un tiempo muy largo (del orden de miles de años para las rocas), el material sólido *fluye* como si fuera un líquido muy viscoso. Estas deformaciones pueden llegar a ser muy grandes, de hecho, las grandes cadenas montañosas son uno de sus productos.

Cuando las fuerzas que actúan sobre la roca se incrementan rápidamente, ésta puede comportarse plásticamente; pero si estas fuerzas son tan grandes que la roca no puede soportarlas deformándose elásticamente, hacen que *falle*, es decir, que se rompa súbitamente.

Teoría del Rebote Elástico.

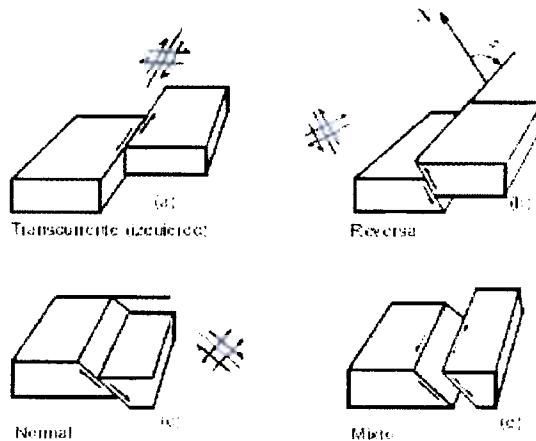
La Teoría del Rebote Elástico propuesta por Reid, establece que las rocas son elásticas y susceptibles de almacenar energía mecánica, de la misma manera que lo hace un resorte comprimido. Así, cuando los esfuerzos que actúan sobre los lados opuestos de una falla sobrepasan la fuerza de fricción que los mantiene unidos, sobreviene una liberación repentina y violenta de la energía almacenada en la roca, en forma de ondas sísmicas y calor generado por fricción. Las ondas sísmicas irradiadas en todas direcciones provocan el temblor.



Dependiendo de los esfuerzos que actúan sobre un cuerpo, éste puede fallar en alguna de las cuatro formas siguientes:

- *falla normal* o *de deslizamiento*, que resulta de esfuerzos de tensión.
- *falla reversa* o *de cabalgadura*. Este tipo de falla ocurre cuando los esfuerzos son compresionales.
- *falla transcurrente* o *de rumbo*, que se produce cuando los esfuerzos son cortantes sin componente vertical.

- *falla mixta*, Cuando los esfuerzos que actúan sobre el terreno son una combinación de esfuerzos de tensión o compresión con esfuerzos de corte.



En general, una falla radiará cantidades distintas de energía en diferentes direcciones (la forma en que lo hace es llamada *patrón de radiación*), y lo hará de tal o cual manera según los distintos tipos de ondas.

RUPTURA SÍSMICA.

Parte de la energía elástica que estaba almacenada en forma de esfuerzo en la roca deformada (como la que se almacena en un resorte comprimido) se gasta en *crear* la falla, romper la roca y vencer la fricción entre ambas caras de la fractura, que trata de frenar el movimiento; otra parte puede permanecer en las rocas (esfuerzo residual) y el resto se libera en forma de ondas sísmicas; esta energía liberada es llamada *energía sísmica* y es la que viaja, a veces atravesando la Tierra entera y causando daños aun en lugares alejados de la zona de la ruptura, y se conoce como terremoto.

La energía liberada por los sismos más grandes es enorme (del orden de 10^{25} ergs), es 100 000 veces mayor que la bomba atómica de 20 kilotones que destruyó Hiroshima, y mayor que la de las grandes bombas nucleares de varios megatones. Solamente una fracción de esta energía [no se sabe qué tanto, pero posiblemente sea del orden de 1] es radiada en forma de ondas sísmicas.

El punto donde comienza la ruptura se llama *hipocentro*, y el punto de la superficie terrestre localizado inmediatamente arriba de él se llama *epicentro*. Se llama *foco sísmico* al hipocentro y la zona de ruptura, donde ocurrió la liberación de energía del sismo. Los sismos se consideran *someros*, si ocurren a una profundidad menor de 60 km; *profundos*, si ocurren a más de 300 km de profundidad, y de *profundidad intermedia* en el resto de los casos. A veces se emplea el término *profundidad normal* para indicar entre 30 y 60 km.

Si el medio que rodea al hipocentro tiene un nivel alto de esfuerzo, es muy fácil que la ruptura se propague; mientras que si el nivel es bajo (por ejemplo, por haber ocurrido recientemente un sismo fuerte allí), es probable que la ruptura se detenga. Otra posible causa para que la ruptura se detenga es que se encuentre una asperidad que no pueda romper con las concentraciones de esfuerzo que produce, o a cambios en la orientación del plano de la falla.

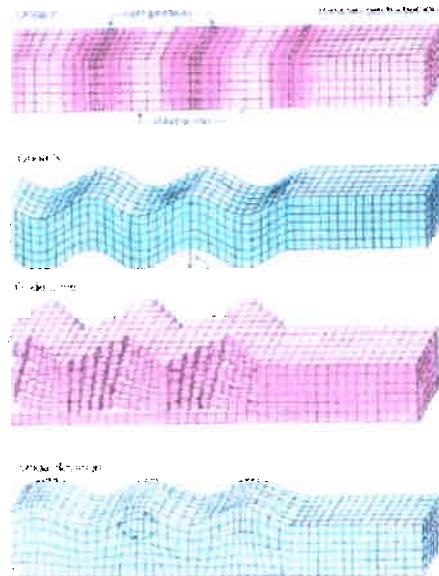
Como las propiedades de la roca y las concentraciones de esfuerzo cambian de lugar a lugar, los grandes sismos, que rompen áreas grandes, tienen generalmente fuentes más o menos complicadas. En virtud de que no se rompe toda el área al mismo tiempo, sino que la ruptura se propaga y lo hace, aparentemente, a velocidades cercanas a las de ondas de cizalla y tarda cierto tiempo, llamado *tiempo de ruptura*, en alcanzar su extensión total.

La ruptura puede ser gradual y continua y generar ondas de periodo largo, o puede ser como una sucesión de sismos más pequeños y generar ondas que presentan vibraciones muy rápidas, dependiendo, posiblemente, del tamaño y número de las asperidades. Se ha observado que estas características son distintas para diferentes regiones de la Tierra.

ONDAS SÍSMICAS.

Desde el hipocentro se generan dos tipos de ondas:

- Ondas primarias, ondas P (por ser las primeras en producirse) o longitudinales, que consisten en vibraciones de oscilación de las partículas sólidas en la dirección de propagación de las ondas. Por producir cambios de volumen en los materiales se les llama también de compresión; son las de mayor velocidad y se propagan en todos los medios.
- Ondas secundarias, ondas S (por ser las segundas en llegar) o transversales, son las que producen una vibración de las partículas en dirección perpendicular a la propagación del movimiento. Pueden vibrar en un plano horizontal o vertical, no alteran el volumen, son más lentas que las ondas P y no se propagan a través de los fluidos. Se conocen con el nombre de ondas de cizalla o distorsión.
- La interferencia de estos frentes de ondas con la superficie terrestre origina un tercer tipo de ondas, denominadas superficiales u ondas L. Son más lentas y al viajar por la periferia de la corteza tienen una gran amplitud, siendo las causantes de los mayores desastres. Se distinguen dos tipos: ondas Love, con movimiento perpendicular a la dirección de propagación, llamadas también de torsión, y ondas Rayleigh cuyo movimiento es elíptico con respecto a la dirección de las ondas.



PREEVENTOS.

Los temblores que ocurren antes (de segundos a meses) de un temblor grande (llamado *evento principal*) y que tienen el efecto de concentrar los esfuerzos que darán lugar a éste, se llaman *sismos premonitores* o *preeventos*. A veces, un terremoto muy grande puede ser preevento de otro más grande aún.

Los preeventos son estudiados actualmente, entre otras razones, por su posible aplicación a la predicción de la ocurrencia del evento principal. Desgraciadamente, en muy pocos lugares existe una cobertura apropiada de estaciones sismográficas que permita el monitoreo regular de todas las zonas sísmicas.

RÉPLICAS.

Después de un temblor grande ocurren muchos temblores más pequeños, llamados *réplicas*, cuyos focos están localizados en el área de ruptura del evento principal o en su periferia. Pueden deberse a la rotura de áreas resistentes que no se rompieron durante el evento principal y a la extensión del plano de falla. Estas áreas se rompen después, porque, debido a las propiedades anelásticas (viscosas) de las rocas, no toda la energía de deformación es gastada súbitamente durante el sismo principal; parte de la energía almacenada en las rocas de la región que rodea la falla alimenta a ésta posteriormente. La ocurrencia de réplicas puede durar desde días hasta años, dependiendo del tamaño del evento principal y del tipo de roca en que ocurran.

Si alguno de los sismos que siguen a un evento grande es aproximadamente del mismo tamaño que éste, no se considera réplica, sino que ambos sismos se consideran como un *evento múltiple*. Consideramos como réplicas a los sismos que siguen al evento principal y que son menores que éste.

ENJAMBRES.

A veces ocurren episodios sísmicos que consisten en un gran número de eventos sin que haya alguno que sea bastante mayor que los demás, sin evento principal. Este tipo de episodio es llamado *enjambre*; los eventos que lo constituyen raramente son muy grandes y es característico de zonas donde la corteza terrestre puede alcanzar altas temperaturas, como las volcánicas, geotérmicas y de creación de nueva corteza terrestre.

OTRAS FUENTES SÍSMICAS.

Aparte de las fuentes sísmicas asociadas con fallas, y que se conocen como *fuentes tectónicas*, existen otros tipos de fuentes sísmicas, esto es, procesos capaces de causar ondas sísmicas

Fuentes de colapso. Son, generalmente, poco energéticas y las ondas que producen no son peligrosas; aunque el colapso en sí pueda serlo (por ejemplo en el caso de colapsos en túneles). Las fuentes más grandes de este tipo son las asociadas con el colapso de las depresiones que se forman, en la parte superior de algunos volcanes, como consecuencia de erupciones explosivas.

Fuentes explosivas. Pueden ser desde muy pequeñas, como las asociadas con explosiones químicas utilizadas en la construcción, hasta bastante grandes, como explosiones nucleares de varios megatones. Las explosiones sobre la superficie de la Tierra o en la atmósfera no generan casi ondas sísmicas, por lo que son solamente las explosiones subterráneas las de interés sísmológico.

Tras explosiones subterráneas grandes se observan a menudo colapsos de capas de las cavidades causadas por la misma explosión. También se ha observado que explosiones nucleares subterráneas de varios megatones "disparan" sismos tectónicos; esto es, aparentemente provocan la liberación de la energía elástica acumulada alrededor del sitio de la explosión. Este efecto es conocido como *liberación tectónica*.

Fuentes volcánicas. Existen cuatro tipos de fuentes sísmicas asociadas con la actividad volcánica: llamamos *sismo volcánico tipo A* a sismos generalmente pequeños ($M < 6$) que ocurren a profundidades de 1 a 20 km bajo los volcanes, y usualmente en forma de enjambres. Presentan altas frecuencias y el comienzo de los registros de estos eventos en los sismogramas es súbito y abrupto.

Los *sismos volcánicos tipo B* ocurren por lo general en, o cerca de, los cráteres activos; son muy someros y de magnitudes muy pequeñas, presentando arribos graduales a emergentes; son aparentemente ondas superficiales. Es común que el número de sismos tipo B aumente antes de las erupciones, por lo que son útiles para la predicción de éstas. Son causados, probablemente, por procesos de degasificación (pequeñas explosiones) del magma.

A veces, generalmente antes de una erupción, se observa en los sismógrafos que operan sobre el volcán una vibración más o menos continua, llamada *tremor volcánico*. Esta vibración es probablemente causada por movimientos de la columna magmática y/o por multitud de enjambres de sismos tipo B. Sirve también como ayuda para la predicción de erupciones.

Finalmente tenemos los *sismos volcánicos explosivos*, que son generados por las erupciones explosivas; su magnitud, que es proporcional a la energía cinética de la erupción, es generalmente pequeña y son sentidos solamente en las inmediaciones del volcán. Esto se debe a que la mayor parte de la energía de la erupción se disipa en el aire; las grandes erupciones explosivas generan una *onda de aire*, una onda de choque que, como su nombre lo indica, se propaga como onda sónica en el aire y que es a menudo registrada por los sismógrafos instalados cerca del volcán.

Por lo tanto podemos decir que las explosiones volcánicas no presentan un riesgo sísmico; su gran poder de destrucción es debido más bien a las ondas de aire y a los productos que arrojan. La ocurrencia de sismos tectónicos fuertes cerca de volcanes puede ocasionar cambios en la estructura geológica que causen, o propicien, actividad en éstos; por otro lado, los cambios de presión resultantes de una erupción pueden propiciar la liberación de energía elástica, que pueda estar almacenada en la región, por sismos someros.

Fuentes de impacto. Es posible suponer que el impacto de un meteorito pueda generar ondas sísmicas apreciables, ya que su efecto es parecido al de una fuente explosiva en la superficie terrestre. Es probable que la energía del impacto se libere

principalmente a la atmósfera, y tanto el tamaño como la velocidad de los meteoritos son disminuidos por el roce con la atmósfera terrestre. De hecho, es muy rara la ocurrencia de impactos de meteoritos contra la superficie de la Tierra, ya que la mayor parte son consumidos por la fricción con la atmósfera. Los meteoritos pueden ser más importantes como fuentes sísmicas en sitios carentes de atmósfera, como la Luna.

INTENSIDAD Y MAGNITUD.

EXISTEN DOS medidas principales para determinar el "tamaño" de un sismo: la *intensidad* y la *magnitud*, ambas expresadas en grados. Aunque a menudo son confundidas, expresan propiedades muy diferentes.

INTENSIDAD.

La intensidad es una medida de los efectos causados por un sismo en un lugar determinado de la superficie terrestre. En ese lugar, un sismo pequeño pero muy cercano puede causar alarma y grandes daños, en cuyo caso decimos que su intensidad es grande; en cambio un sismo muy grande pero muy lejano puede apenas ser sentido ahí y su intensidad, *en ese lugar*, será pequeña.

Cuando se habla de la intensidad de un sismo, sin indicar dónde fue medida, ésta representa (usualmente) la correspondiente al área de mayor intensidad observada (*área pleistocista*).

La Intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto y dependerá de:

- a) La energía del terremoto.
- b) La distancia de la falla donde se produjo el terremoto.
- c) La forma como las ondas llegan al sitio en que se registra (oblicua, perpendicular, etc.).
- d) Las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la Intensidad.
- e) Y lo más importante: Cómo la población sintió o dejó registros del terremoto.

Una de las primeras escalas de intensidades es la de Rossi-Forel (de 10 grados), propuesta en 1883. En la actualidad existen varias escalas de intensidades, usadas en distintos países. La escala más común en América es la escala modificada de Mercalli (mm) que data de 1931, misma que va del grado I (detectado sólo con instrumentos) hasta el grado XII (destrucción total). Los grados se expresan en números romanos y es proporcional, de modo que una Intensidad IV es el doble de II:

Grado I	Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
Grado II	Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.

Grado III	Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable.
Grado IV	Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
Grado V	Sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.
Grado VI	Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.
Grado VII	Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
Grado VIII	Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en la personas que guían vehículos motorizados.
Grado IX	Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.
Grado X	Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
Grado XI	Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
Grado XII	Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (ríos, lagos y mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

MAGNITUD.

La magnitud representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro sismográfico.

Escala de Richter .

C. Richter definió, en 1935, un parámetro que describiera, de alguna manera, la energía sísmica liberada por un terremoto.

Es una escala que crece en forma potencial o semilogarítmica, de manera que cada punto de aumento puede significar un aumento de energía diez o más veces mayor. Una magnitud 4 no es el doble de 2, sino que 100 veces mayor

Magnitud en Escala Richter

EFECTOS DEL TERREMOTO

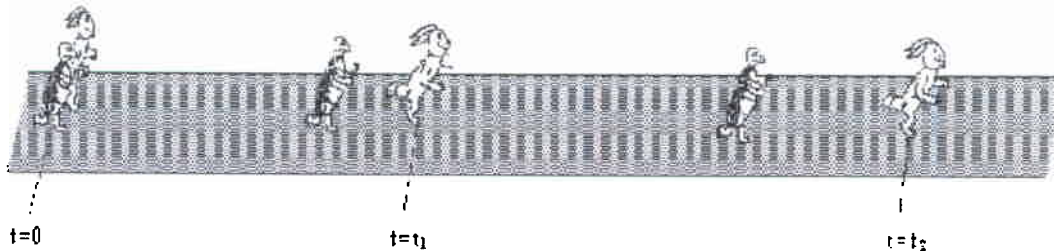
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

DETERMINACIÓN DE EPICENTRO.

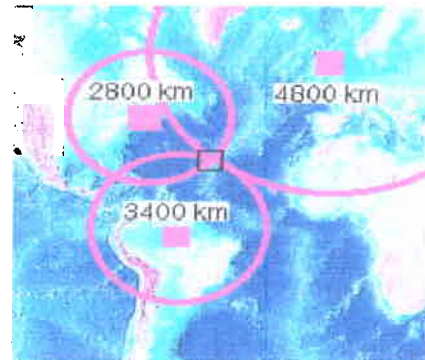
Los sismógrafos amplifican e inscriben el movimiento del suelo en una tira de papel llamado registro o sismograma. En el sismograma se registran los diferentes tipos de ondas generadas por un temblor que alcanzan una estación sismológica dada en orden sucesivo de tiempo. La determinación del epicentro de un temblor se la realiza mediante la técnica de medir la diferencia entre la llegada de las ondas S y P, llamada diferencias S-P .

Para comprender este método recordemos que las ondas P viajan a mayor velocidad que las ondas S. Así, si el conejo es más veloz que la tortuga y ambos empiezan a

correr desde el punto t_0 , a medida que se alejen de ese punto la distancia entre ambos será mayor. Un observador en el punto t_1 notaría pasar al conejo y un momento después a la tortuga. Otro observador en el punto t_2 notaría pasar al conejo A y un momento mayor que el observador del punto a la tortuga. Puesto que a mayor distancia del origen mayor será la separación entre los corredores, puede utilizarse el tiempo transcurrido entre la llegada de ambos a un punto dado para calcular la distancia al origen.



Son necesarias, al menos, tres estaciones para determinar el epicentro. El punto de intersección de los círculos correspondientes a las tres estaciones pertenece al epicentro, sin embargo éste rara vez coincide en un solo punto.



En general la determinación del epicentro de un sismo es mejor entre mas estaciones lo registren y entre mas ampliamente alrededor del epicentro estén distribuidas.

Peligro potencial sísmico.

Es la probabilidad de que, en algún lugar determinado de la Tierra o de su entorno y dentro de un intervalo de tiempo determinado, ocurra un sismo que produzca un efecto determinado en ese lugar, en el que no se toman en cuenta los posibles efectos de amplificación local, directividad, etc.

Así, el peligro potencial sísmico será muy grande en un lugar rodeado de fallas activas, o muy cercano a ellas y muy pequeño en los lugares lejanos de regiones sismogénicas, independientemente de que éstos se hallen habitados o no.

Riesgo Sísmico.

Se llama *riesgo sísmico* a la probabilidad de ocurrencia, dentro de un plazo dado, de un sismo que cause, en un lugar determinado, cierto efecto *definido como pérdidas o daños determinados*.

El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos localizados en el lugar, es así que aunque el peligro potencial sísmico es muy

alto en regiones sismogénicas, el riesgo sísmico será pequeño en caso de ser una región con relativamente pocos habitantes.

PREDICCIÓN SÍSMICA.

Llamamos *predicción sísmica* a la especificación (anticipada), dentro de márgenes pequeños, de la magnitud y localización epicentral de un sismo específico que debe ocurrir dentro de un intervalo de tiempo (definido por lo general a partir del presente), y del nivel de confianza de la ocurrencia. La predicción es a largo plazo cuando el intervalo de tiempo va de años a décadas; a mediano plazo, de semanas a años; a corto plazo de horas a semanas.

PREDICCIÓN A LARGO PLAZO.

La predicción a largo plazo se basa, naturalmente, en observaciones a gran escala. Puede hacerse basándose únicamente en estudios estadísticos, o ayudándose con modelos físicos.

Existen dos modelos principales:

El modelo de *tiempo predecible*: dice que los sismos ocurren cuando el esfuerzo alcanza un valor determinado; por lo tanto, si conocemos ese nivel y sabemos cuál fue la caída de esfuerzos del sismo anterior y la velocidad con que se acumulan los esfuerzos, podemos predecir cuándo ocurrirá el siguiente, pero no podemos decir qué tan grande será.

El modelo de *corrimiento predecible*: dice que cada vez que ocurre un sismo, el nivel de esfuerzos en la falla baja a un valor determinado, para lo cual el corrimiento en la falla en un sismo dado, debe ser tal que reponga la deficiencia de corrimiento que causa el esfuerzo. De esta manera, no podemos decir cuándo ocurrirá un sismo, pero sabemos qué tan grande será en el momento en que pueda ocurrir.

PREDICCIÓN A MEDIANO Y CORTO PLAZOS.

Se lleva acabo mediante:

- Sismos premonitores o preeventos.
- La quietud antes de un gran terremoto parece ser la característica premonitoria más común.
- Cambios en el flujo o la temperatura del agua.
- Cambios en la resistividad eléctrica del terreno.
- Comportamiento anómalo de algunos animales: Serpientes que abandonan su madriguera, peces que saltan fuera del agua, insectos que dejan sus agujeros y se comportan en forma excitada, animales domésticos que actúan nerviosamente y hacen ruido aparentemente sin razón, etc.
- Luces y color del cielo.

¿PUEDEN PREVENIRSE LOS TERREMOTOS?

La única manera de detener casi por completo la actividad sísmica sería impidiendo el movimiento relativo de las placas litosféricas.

Se ha propuesto lubricar las fallas para que el movimiento relativo de sus lados se lleve a cabo suavemente. Además del problema de la enorme cantidad de lubricantes que se necesitaría y de cómo llevarla a muchos kilómetros de profundidad, que es hasta donde, a menudo, alcanzan las áreas de ruptura, se necesitarían presiones tremendas para poderlo introducir en el plano de la falla. Todo esto está más allá de la tecnología actual.

Una manera de evitar los grandes terremotos podría ser "disparar" periódicamente sismos pequeños o intermedios en las fallas accesibles para evitar la acumulación de esfuerzo en el terreno. La manera de hacer esto podría ser inyectando algún líquido a presión; se ha observado que el inyectar agua en los campos petroleros induce sismicidad.

La liberación tectónica, asociada con explosiones nucleares subterráneas, puede ser otra manera de "purgar" periódicamente una falla.

Desgraciadamente todos los métodos propuestos tienen muchas desventajas: además de ser en su mayoría incosteables, se necesitaría conocer a todo lo largo de las fallas en cuestión, su estado de esfuerzo.

QUE HACER ANTE LOS TERREMOTOS.

Puesto que no podemos evitar los terremotos, debemos aprender a convivir con ellos, por lo que es importante llevar a cabo, lo antes posible, las medidas de prevención y preparación necesarias.

Antes Del Terremoto.

En regiones sísmicamente activas existen medidas que deben tomarse **antes** de que ocurra un terremoto. Estas consisten en:

- a) asegurarse de que exista un código de construcción actualizado en su comunidad.
- b) revisar los edificios en los que pueda darse una catástrofe mayor, como escuelas, hospitales, etc., teniendo en cuenta el código de construcción, pues probablemente algunos de tales edificios hayan sido levantados antes de que el código estuviera vigente, y requieran ser reforzados o modificados; es particularmente importante asegurarse de que las construcciones tengan vías de escape funcionales para casos de evacuación.
- c) revisar los edificios a los que se haya dado un uso para el cual no fueron diseñados; por ejemplo, los destinados a ser habitación que contengan ahora maquinaria o archivos en los pisos superiores.
- d) revisar los ornamentos, marquesinas, balcones, anuncios, etc., que puedan desprenderse en caso de terremoto

- e) organizar cursos y editar folletos a fin de instruir a la gente acerca de cómo comportarse durante y después de un terremoto. Organizar instrucción y simulacros de evacuación en escuelas, hospitales y otros edificios públicos.

En lo personal:

- 1) En primer lugar, por si acontece el terremoto, planteése como reaccionaria usted y su familia.
- 2) Ensaye el AGACHARSE, CUBRIRSE Y AGARRARSE al menos dos veces al año. Agáchese debajo de un escritorio o mesa resistente, agárrese y proteja sus ojos apretándose la cara contra el brazo. Si no hay una mesa o un escritorio cerca, siéntese en el piso contra una pared interior alejada de ventanas, estanterías o muebles altos que pudieran caer sobre usted. Enseñe a sus hijos a ¡AGACHARSE, CUBRIRSE Y AGARRARSE! .
- 3) Revise los posibles riesgos que puedan existir en su hogar, o en casa de unos amigos, en el trabajo, etc.
- 4) No debe haber partes notoriamente débiles en las construcciones.
- 5) Los muebles altos, como libreros, roperos, etc., deben estar fijos (de preferencia por su parte superior) a la pared.
- 6) No colocar adornos u objetos pesados sueltos en lugares altos desde donde puedan precipitarse sobre las personas
- 7) Los sillones, camas, etc., deben estar alejados de las ventanas que tengan vidrios grandes o de los tragaluces
- 8) No colocar objetos que impidan el paso por una puerta que pueda servir de escape
- 9) Los aparatos eléctricos, televisores, tocadiscos, etc., deben estar, en lo posible, fijos y lejos de las orillas de los muebles que los sostengan; una pequeña tira de material antideslizante (como papel de lija fina) puede evitar que este tipo de aparatos caiga durante un temblor
- 10) Los contenedores de sustancias tóxicas, corrosivas o inflamables deben estar siempre bien cerrados, de preferencia a nivel del piso o fijos, es muy cómodo sujetarlos con cuerdas fijas a armellas en la pared.
- 11) Enseñe a sus familiares como cortar el suministro eléctrico, de agua y gas.
- 12) Es aconsejable señalar un sitio de reunión para la familia en caso de terremoto desde donde se puedan tomar decisiones sabiendo dónde está cada quien.
- 13) Estudiar la mejor manera de evacuar la casa o edificio.
- 14) Es conveniente conocer la posición de los cables de alta tensión que puedan representar un peligro para la evacuación
- 15) Tenga a mano una linterna y un transistor, así como pilas de repuesto para ambos, mantas, y cascos o gorros acolchados, para cubrirse la cabeza.
- 16) Almacene agua en recipientes de plástico (por lo menos tres galones de agua por persona) y alimentos duraderos como comida enlatada más un abrelatas.
- 17) Tener a la mano artículos especiales para bebés, ancianos o familiares discapacitados
- 18) Mantenga al día la vacunación de todos los miembros de su familia.
- 19) En cada casa, cerca de la puerta o vía de escape, deben tenerse un botiquín y un manual breve de primeros auxilios.
- 20) Cada miembro de la familia debe llevar una tarjeta o placa que indique su nombre, dirección y tipo sanguíneo.

Durante El Terremoto.

- 1) La primera y primordial recomendación es la de mantener la calma y extenderla a los demás.
- 2) ¡AGACHARSE, CUBRIRSE Y AGARRARSE!. Dé solamente unos pocos pasos hasta un lugar seguro próximo.
- 3) Manténgase alejado de ventanas, espejos, cuadros y chimeneas.
- 4) En caso de peligro, protéjase debajo de una mesa, escritorio, cama o dintel de puertas; cualquier protección es mejor que ninguna.
- 5) Si está en cama, agárrese y quédese allí, protegiéndose la cabeza con una almohada.
- 6) Si está en un gran edificio no se precipite hacia las salidas, ya que las escaleras pueden estar congestionadas de gente.
- 7) No utilice los ascensores; la fuerza motriz puede interrumpirse.
- 8) Quédese dentro hasta que los temblores hayan cesado y usted esté seguro de que se puede salir sin peligro.
- 9) Tras decidir, calmada y racionalmente, cuál es el mejor plan de acción, deben darse las instrucciones necesarias a los menores y ayudar a infantes, ancianos, lisiados, etc. Tomar, si es posible, el maletín de emergencia y los documentos importantes, y una cantidad de dinero que deben estar siempre en un lugar fijo.
- 10) Si está en la calle, manténgase alejado de los edificios altos, por lo menos a una distancia correspondiente a la mitad de su altura, así como de los postes de energía eléctrica y otros objetos que le puedan caer encima. Diríjase a un lugar abierto, teniendo cuidado al cruzar las calles, ya que hay personas que pierden el control de sus vehículos.
- 11) Si va conduciendo, pare, no olvide que el terremoto sólo dura unos segundos, o en todo caso disminuir la velocidad hasta estacionarse lejos de edificios y cables, pero sin obstruir la calle. Cuidarse de los vehículos cuyos conductores sean presa del pánico, de la posible apertura de hoyos o grietas en la calle y del paso de peatones aterrorizados.
- 12) En las escuelas, los maestros deben conservar la serenidad y tratar de dar confianza a los alumnos, pedir a éstos que se alejen de las ventanas y, de ser posible, protegerse debajo de las mesas o pupitres de trabajo o los dinteles de las puertas. Si están en los patios de recreo, pedir que permanezcan lejos de los edificios. Estas explicaciones y un simulacro deberían constituir práctica ordinaria al inicio de las clases en todas las escuelas.

Después Del Terremoto.

¡Debe tomarse en cuenta que pueden producirse más terremotos! La ocurrencia de réplicas es segura, y algunas pueden ser de gran magnitud; o en caso contrario el terremoto experimentado puede ser premonitor de otro mayor. Con esto en mente, llevar a cabo lo siguiente:

- 1) Observar si alguien requiere de primeros auxilios o ayuda inmediata. No se debe mover a un herido a menos que sea absolutamente indispensable; marcar los sitios donde haya gente atrapada.
- 2) No caminar descalzo en, o cerca de, los lugares donde haya habido daños. Protegerse la cabeza (casco, sombrero, gorra, o lo que sea) antes

de entrar en las construcciones dañadas y hacerlo sólo si es indispensable.

- 3) Tener gran cuidado al abrir closets, armarios, alacenas, etc., porque lo que contengan puede estar apoyado contra la puerta. No mover innecesariamente objetos que puedan estar sosteniendo muebles o trozos de construcción dañada.
- 4) Evitar acercarse a cables eléctricos rotos y a cualquier objeto metálico o charco que éstos toquen. Desconectar inmediatamente la alimentación de corriente eléctrica y de gas. Buscar rastros de cortocircuitos y olor de gas antes de reconectarlos. Definitivamente NO encender cerillos (o fumar) antes de asegurarse de que no haya fugas de gas u otro material inflamable.
- 5) Si hay incendios pequeños extíngalos.
- 6) Cerciorarse de que no haya fugas de agua y, en caso de que las haya, desconectar la alimentación de agua.
- 7) Si los daños son considerables hay que poner a salvo a los niños y a otras personas que no puedan valerse por sí mismas, en un sitio de reunión preacordado, y tratar de ayudar a escapar a las personas que hayan quedado atrapadas.
- 8) No hacer llamadas telefónicas que no sean estrictamente necesarias, y hacerlas lo más breve posible, pues las líneas seguramente se necesitarán para llamadas de auxilio.
- 9) No tomar agua sin antes hervirla o purificarla. Si se interrumpe el suministro se puede utilizar la contenida en los calentadores y tanques de baño.
- 10) No beber o comer de recipientes abiertos que se encuentren cerca de vidrios rotos. Comer comida enlatada.
- 11) Escuche la radio por si emiten instrucciones.
- 12) Cooperar con las autoridades para no complicar una situación difícil. No propagar rumores. No estorbar las labores de rescate por estar de mirón. Mantener las calles despejadas y limpias de basura. No alejarse de los suyos sin avisarles a dónde va.
- 13) Infunda la más absoluta confianza y calma a todas cuantas personas tenga alrededor.
- 14) Responda a las llamadas de ayuda de la policía, bomberos, protección civil, etc.

EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS SOBRE LA SALUD

Los efectos producidos se traducen por diversos traumatismos entre los que se tiene:

POLITRAUMATISMO.

Se define como politraumatizado a todo individuo que sufre traumatismos (golpes) de múltiples órganos (hígado, bazo, pulmón, etc) y sistemas corporales (circulatorio, nervioso, respiratorio, etc.), constituyéndose en un riesgo vital para el accidentado.

Los riesgos de morbilidad y mortalidad son grandes en los sujetos politraumatizados, porque fácilmente pueden sufrir un shock. La disminución de oxígeno en sangre (hipoxemia) y las hemorragias que se suman a la lesión primaria, merman todavía más

la función de los órganos vitales y existe el peligro de insuficiencia de diversos aparatos e infección generalizada. La insuficiencia respiratoria y la parada cardiorespiratoria son dos complicaciones muy probables.

El enfoque del enfermo traumatizado implica un modelo de asistencia integral del mismo, comenzando éste desde el mismo momento del traumatismo hasta la fase de rehabilitación, y aún después, en el caso de que existan secuelas.

La mortalidad ante un politraumatizado tiene tres picos: Un primer pico ante lesiones de grandes vasos (con sangrado masivo) u órganos vitales, que acontece en pocos minutos. Un segundo pico, que ocurre en horas, ocasionado por lesiones intracraneales, pulmonares, fracturas de huesos largos, hemo neumotórax o sangrados de importante cuantía. El tercer pico se observa en días o semanas, debido sobre todo a septicemia o fracaso multiorgánico.

VALORACIÓN INICIAL O PRIMARIA.

La pauta de actuación inicial ante un paciente politraumatizado será atender las necesidades básicas del "ABC" de cualquier paciente grave, es decir:

- "A": Mantener vía aérea permeable.
- "B": Mantener correcta ventilación-oxigenación
- "C": Mantener buen control hemodinámico: tratar el shock y controlar puntos externos de sangrado profuso.
- Estabilización y control de la columna vertebral, sobre todo cervical.
- Exploración neurológica.

"A": Vía aérea. Si el paciente está con un nivel de conciencia bajo o en coma, si no es capaz de emitir palabras, el primer paso es comprobar si su vía aérea está obstruída. Lo primero a realizar será limpiar la boca de posibles cuerpos extraños. Si con esta sencilla maniobra terapéutica no resolvemos el problema, deberemos colocar un tubo de Guedel para impedir la obstrucción de la laringe por la lengua, y administrar oxígeno. No obstante, si la situación clínica lo hace necesario (si el paciente no puede respirar por sí mismo con garantías), será imprescindible la intubación oro-traqueal, pero si no disponemos del aparataje necesario para la intubación, habrá que ventilarlo con Ambú o, si no se dispone de él, con respiración boca-a-boca, hasta disponer de la ayuda necesaria. Todas estas medidas deben realizarse siempre con un impecable control de la columna cervical, evitando extensiones y flexiones de la misma para no producir o agravar una posible lesión a este nivel.

"B": Correcta ventilación-oxigenación. Una vez controlada la vía aérea, debemos asegurar un adecuado nivel de intercambio gaseoso a nivel alvéolo-capilar. Para ello es imprescindible, asegurar la administración de oxígeno a alto flujo. Pero aún hay algo más importante: valorar por inspección y auscultación, la simetría y correcta ventilación con los movimientos respiratorios de ambos hemitórax. Datos que nos sugieran la presencia de un neumotórax a tensión (enfisema subcutáneo progresivo, abolición del murmullo bilateral ipsilateral, timpanismo ipsilateral a la percusión, desviación traqueal contralateral, ingurgitación yugular ipsilateral y, en general, insuficiencia respiratoria grave que no se explica por otras causas) nos obligan al drenaje inmediato de ese hemitórax. Si no se dispone de material para colocar un tubo

de drenaje torácico, o si la situación clínica es angustiosa, se puede disminuir parcialmente la tensión del neumotórax insertando un abocath: en segundo espacio intercostal, línea medioclavicular, se inserta el abocath siguiendo el borde superior de la costilla, retirando la parte metálica una vez insertado, notaremos el aire saliendo a presión.

C": Control circulatorio, hemodinámico. Se debe tratar el shock, que salvo escasas situaciones, será un shock hipovolémico por sangrado, interno o externo.

Si existe una hemorragia externa grave, profusa, la primera medida será la compresión local, si se dispone de ello con material estéril (vendajes, gasas, compresas,). Si se tiene material y se dispone de práctica, podemos intentar clampar el vaso sangrante si éste es visible (por ejemplo con unas pinzas tipo "mosquito").

Si hay shock y no hay hemorragia externa, y descartamos otras causas de shock, como un neumotórax a tensión, sospecharemos hemorragia interna, en cuyo caso para confirmar ésta o para determinar su gravedad debemos fijarnos en el pulso, tensión arterial, taquipnea, color de la piel, temperatura, relleno capilar, color de mucosas, nivel de conciencia, diuresis, tenemos que tomar en cuenta que es mucho más fiable el pulso que la tensión arterial, pues ésta, en numerosas ocasiones y por mecanismos compensadores, no comienza a descender hasta que las pérdidas de sangre son muy cuantiosas.

Otros tipos de shock, menos frecuentes, en el paciente politraumatizado, son: shock cardiogénico (contusión cardíaca, taponamiento cardíaco), shock neurógeno (lesión medular cervical).

CONDUCTA INICIAL A SEGUIR:

Ante un paciente politraumatizado en estado de shock hipovolémico, tras seguir los consabidos pasos del "ABC", procederemos a controlar puntos externos de sangrado profuso, si los hubiese, mediante compresión o clampaje. Tras ello, y rápidamente, es imprescindible la consecución de dos accesos venosos periféricos. Los sitios preferibles son en venas antecubitales. Siempre hay que coger dos vías venosas en un paciente politraumatizado, y los catéteres de elección son gruesos y cortos, por ejemplo abocath nº 14 ó 16. Por ellos se pueden trasfudir gran cantidad de líquidos en poco tiempo.

El objetivo es conseguir una hemodinamia adecuada (diuresis aceptable, pulso y tensión arterial correcta, relleno capilar óptimo, etc.). Como norma, saber que las soluciones isotónicas de cristaloides (por ejemplo, Ringer lactato, suero fisiológico) son de elección. Se comienza administrando una dosis de carga de unos 1000-1500 cc en quince minutos si el shock es severo, y se observa la respuesta. Si se estabiliza el paciente, proseguimos infundiendo dichos cristaloides a menor velocidad. Si no hay respuesta o ésta es pobre, se sigue con la infusión de cristaloides y se añaden soluciones coloides. En caso de que ocurra esto, es casi seguro que el sangrado interno es severo y el paciente precisará transfusión de sangre y cirugía urgente.

Adecuado control cervical. En todo momento debemos evitar el producir o agravar una posible lesión cervical. Para ello, cualquier movilización del paciente deberá ser rigurosa en cuanto a este aspecto. Para cualquier maniobra evitaremos extensiones y flexiones del cuello. Ambas maniobras son peligrosas, aunque la más peligrosa es la flexión del cuello. Si sospechamos traumatismo a nivel cervical, debemos movilizar al paciente sin dichas maniobras de flexo-extensión del cuello. Además, si disponemos de un collarín cervical, lo colocaremos, sin movilizar el cuello del paciente

Valoración rápida y somera del estado neurológico. Interesa valorar el nivel de conciencia, pupilas (simetría del tamaño y reacción a la luz), la Escala de Coma de Glasgow. Si el paciente tiene Traumatismo Craneoencefálico con un Glasgow menor de 7-8 precisará lo antes posible, si se dispone de material necesario, de intubación oro-traqueal además del seguimiento cada pocos minutos de dicha escala, para así valorar si el estado neurológico del enfermo se mantiene, mejora o empeora. En general, un Glasgow de 8 a 15 precisa vía aérea permeable y buena ventilación-oxigenación con mascarilla, y un Glasgow menor a 8 precisa intubación lo más inmediatamente posible.

Es primordial desnudar al paciente para poder inspeccionar lesiones que de otro modo pasarían desapercibidas, para auscultar todos los campos pulmonares adecuadamente, para mejor colocación de accesos venosos, etc. Por supuesto, siempre con correcto control del cuello.

El colocar, si se dispone del instrumental, sondas nasogástrica y sonda vesical es opcional según la gravedad, el tiempo disponible y los datos clínicos. Si el traumatismo es grave, el control exhaustivo de la diuresis es un dato de importancia fundamental, valoraremos asimismo color de la orina, posible hematuria, etc. En cuanto a la sonda nasogástrica, quizás su principal indicación sea evitar el vómito en pacientes con bajo nivel de conciencia, traumatismo craneoencefálico y/o abdominal, pues estos vómitos pueden provocar en los pacientes el riesgo de broncoaspiración, con el consiguiente riesgo de deterioro de la función respiratoria al principio, y de sobreinfección y sepsis posteriormente.

RECONOCIMIENTO SECUNDARIO.

Debemos valorar al paciente "desde la cabeza a los pies". Si bien las lesiones más importantes, que ponen en peligro la vida, son prioritarias, debemos tomar en cuenta también las lesiones que no comprometen la vida del paciente, puesto que su retraso diagnóstico puede producir secuelas no deseadas: cicatrices inestéticas, dolores crónicos intratables, deformidades óseas, infecciones de heridas, ser causa de transfusiones sanguíneas innecesarias, etc.

La manera de llevar a cabo este reconocimiento secundario varía según libros, artículos, "escuelas", individualidades, etc.

Cabeza y cara.

Debemos valorar el cuero cabelludo, buscando hematomas o heridas superficiales o profundas (implican posible sangrado profuso que deberemos comprimir, e implican también diagnóstico de traumatismo craneal y/o craneoencefálico).

Si existiera una herida profunda en cuero cabelludo y contamos con guantes estériles, debemos introducir el dedo buscando fractura craneal por palpación. Si la sospechamos debemos remitir al paciente a un centro hospitalario que disponga de TAC y Neurocirugía. Si existe sección de la arteria temporal superficial y el sangrado es muy profuso debemos realizar taponamiento con gran presión y, mejor aún, clampaje de la misma y ligadura o punto por transfixión con material irreabsorbible grueso (por ejemplo, seda de nº 00 ó nº 0).

Si hubieran heridas severas en cara, nariz, zona orbitaria, lengua, etc., implica trasladar al paciente a un centro con el servicio de cirugía. Las lesiones leves en pabellón auricular suelen responder bien a la sutura simple, si comprometen al cartílago su mal tratamiento puede acabar en necrosis del cartílago. Valorar también la posibilidad de cuerpos extraños como cristales, astillas de madera, etc a nivel intraocular, en cuyo caso se realizará lavado con suero fisiológico, exploración básica oftalmológica y traslado a un centro Oftalmológico.

Cuello.

Cualquier politraumatizado debe ser tratado como si tuviera una lesión cervical. Las pautas principales de tratamiento en estos casos son: Inmovilización correcta, la más importante. Para ello colocamos un collarín cervical. Son mucho mejores, los semirrígidos y rígidos que los blandos. Con dicho collarín procederemos al traslado. En caso de no disponer de collarín, valoraremos al paciente evitando flexoextensiones del cuello, así como rotaciones del mismo. Recordar que el movimiento más peligroso de todos es la flexión. Al colocar el collarín, hacerlo sin movilizar el cuello con movimientos de rotación, extensión ni flexión.

Si sospechamos lesión medular cervical, tras colocar el collarín, añadiremos la utilización de una tabla corta para el traslado al centro de referencia.

Las reglas de oro para la correcta valoración, inmovilización y traslado de un paciente con posible lesión ósea y/o neurológica de columna vertebral-médula espinal son: movilizar al paciente "en bloque" y utilización de una tabla larga para su transporte.

Por último, en casos de lesión medular patente por los datos exploratorios, habrá que administrar corticoides de manera inmediata.

Son lesiones inestables las lesiones de la parte posterior del cuerpo vertebral, pedículos, láminas y macizos articulares, siendo menos inestables las de la parte anterior del cuerpo vertebral y la de apófisis espinosas.

Tórax

En la valoración primaria, habremos logrado una vía aérea permeable, una buena ventilación-oxigenación, y habremos descartado o tratado, al menos de manera provisional, un neumotórax a tensión.

En el reconocimiento secundario, se tiene que atender a problemas torácicos menos dramáticos pero que, mal tratados, pueden llevar a secuelas gravísimas e, incluso, a la muerte.

Se debe inspeccionar y palpar las parrillas costales y el esternón, valorar la simetría de los movimientos respiratorios y buscar también la presencia o no de enfisema subcutáneo.

Recordar que un politraumatizado es un enfermo que evoluciona constantemente, y que dichos síntomas pueden aparecer en cualquier momento de las sucesivas valoraciones del paciente.

En este momento valoraremos así mismo la presencia de posibles fracturas costales, palpando las parrillas costales. Su diagnóstico por simple palpación implica la analgesia inmediata, pues las fracturas costales producen por sí solas la hipoventilación para mitigar el dolor y, por tanto, la aparición de insuficiencia respiratoria aguda. No esperar en este caso que el paciente pida analgesia, dársela ya de entrada. Lo mismo sirve para una sospecha de fractura de esternón.

Si las lesiones torácicas o el grado de insuficiencia respiratoria obligan a ello, y si se dispone del material y pericia necesarios, puede ser necesario intubar al enfermo. Si no es precisa la intubación, administrar oxígeno por mascarilla a alto flujo.

Abdomen.

De vital importancia por la frecuencia y potencial letalidad de las lesiones que pueden presentarse en un politraumatizado a dicho nivel.

La máxima prioridad estriba en saber lo más precozmente posible si el abdomen es o no quirúrgico.

Nos guiaremos por la inspección (distensión, hematomas en la pared, heridas por ejemplo de arma blanca o de fuego, etc.); palpación (zonas dolorosas, defensa y contractura muscular, signo de Blumberg, percusión timpánica o mate, etc.), auscultación del peristaltismo, y cómo no, por la aparición de shock de etiología no aclarada.

Las lesiones graves en abdomen suelen ser debidas a sangrados (shock hipovolémico) o rotura de vísceras huecas (dolor que va en aumento, signos de peritonitis y septicemia).

La conducta más adecuada a seguir es tratar el posible shock hipovolémico, que pone en peligro la vida del paciente, tratándolo de forma agresiva con la colocación de dos accesos venosos y perfusión a gran velocidad de fluidos (cristaloides o cristaloides más coloides). Recordar que un sangrado intraperitoneal grave tiene prioridad quirúrgica casi total sobre cualquier otro tipo de lesión, y la prioridad de tratar esa lesión sólo es superada por el "AB" del "ABC".

Pelvis.

La fractura de la pelvis puede producir shock hemorrágico muy cuantioso, que a veces pone en peligro la vida. Ante todo politraumatizado deberemos comprimir el anillo pélvico, apretando con cada mano en cada lado de la pelvis. Si el paciente refiere dolor con dicha maniobra, es sospecha de fractura pélvica. Traslado prioritario. Tratamiento: el del shock hipovolémico si se presenta, incluso adelantándonos a su presentación. Movilización adecuada. El sangrado en numerosas ocasiones es retroperitoneal, por lo que muchas veces los síntomas abdominales están ausentes.

Extremidades.

De suma importancia por su frecuencia. Muchos politraumatizados mantienen un buen nivel de conciencia, un buen nivel de ventilación-oxigenación, la exploración tóraco-abdominal no nos ofrece mucha preocupación, el control cervical lo hemos hecho correctamente pero, sin embargo, tienen lesiones importantes a nivel de extremidades. Lo primero a realizar es un examen visual de las extremidades, con el paciente desnudo, para valorar acortamientos de una extremidad, posiciones

anómalas, angulamientos, hematomas, coloración de la piel, sangrados externos, etc. La inspección, palpación y movilización de las extremidades nos ofrecerá, pues, datos relevantes.

El objetivo es descubrir posibles fracturas, luxaciones, fracturas-luxaciones y compromiso vascular. El tratamiento de las fracturas en una primera instancia supone la tracción en eje y posterior inmovilización en extensión. Es decir, procedemos a una tracción potente con el miembro en eje para conseguir alinear todas las estructuras. Y luego inmovilizamos el miembro en extensión, utilizando férulas, recordar que en la férula debe ir incluida la articulación proximal y distal al foco de fractura. Es vital la comprobación del pulso antes de dichas maniobras. Es decir, antes de nada comprobaremos el pulso distal de dicha extremidad. Y también tras las maniobras de tracción e inmovilización. Si se diera el caso de que el pulso distal se pierde tras nuestras maniobras, debemos retirar la férula y comenzar el proceso desde el principio.

El tratamiento inicial de una fractura es: tracción, inmovilización en extensión y comprobación de pulso distal.

Es importante saber cuáles son las fracturas (o sospecha de fracturas) que implican prioridad absoluta para un traslado urgente a centro de referencia. Son las siguientes, pues unas comportan riesgo vital y otras riesgo funcional: fracturas abiertas, fractura bilateral de fémur, fractura de pelvis, fracturas con ausencia de pulso o sección arterial, amputaciones, luxaciones, fracturas articulares, fracturas con aplastamiento. Todas ellas son prioritarias por riesgo vital por shock hemorrágico en unos casos, riesgo vital por posibilidad de infección y sepsis en otros, y por riesgo funcional en otros.

Una medida complementaria al tratamiento descrito anteriormente es la analgesia, que no debe retrasarse, si bien ya sabemos que el mejor analgésico en estos casos es una buena inmovilización.

La asistencia inicial, antes de llegar a un centro de referencia, a un paciente politraumatizado puede llegar a ser muy compleja porque además de la experiencia, nuestra actuación se ve influida sobremanera por los medios humanos y técnicos de que dispongamos.

PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE PACIENTES POLITRAUMATIZADOS

EN EL HOSPITAL (*Protocolo de Barcelona-España*)

La actuación del equipo sigue unas pautas concretas. Cada "personaje" tiene su papel concreto. Los tiempos que se dan son meramente orientativos. El AR toma la coordinación del equipo.

- Minuto 0:

A la llegada del paciente las dos camillas se dispondrán en paralelo, con una distribución de personajes concreta. El cambio de camilla, dirigido por el AR, se hace movilizándolo en bloque al paciente que, imperativamente, llevará colocado un collarín cervical rígido. Hasta que no se demuestre lo contrario, el paciente será movilizado en bloque como si estuviese afecto de una lesión vertebral.

- Minuto 0,30:

AR asegurará, asistido por E1, la **permeabilidad de la vía aérea** realizando la intubación e iniciando las maniobras de reanimación cardiopulmonar si fuera procedente.

- Si la ventilación espontánea es correcta, una mascarilla de oxígeno al 35% es suficiente.
- Si el paciente está inconsciente, es prioritaria la exploración de la cavidad bucal (buscando prótesis dentarias, restos alimentarios, sangre) y la colocación de una cánula orofaríngea o nasofaríngea.
- La ausencia de reactividad tras la colocación de una cánula faríngea o la tolerancia del paciente frente a la ventilación asistida con ambú sugieren la necesidad de proceder a la intubación endotraqueal.
- La intubación endotraqueal está indicada en pacientes si existe: distress respiratorio, hipoventilación, shock, agitación incontrolada, ausencia de respuesta verbal o al dolor. La ventilación mecánica con una FiO₂ del 100% está indicada en las primeras maniobras.
- En caso de traumatismo laríngeo se requerirá la presencia del especialista en ORL (que actuará según protocolo específico).
- Se colocará una sonda nasogástrica para descomprimir el estómago, dada la frecuencia de dilataciones gástricas agudas que pueden favorecer el paso del contenido gástrico al árbol bronquial.

E2, E3, CG y TO **desnudan completamente al paciente** (tijeras) y, una vez AR y E1 han asegurado la permeabilidad de la vía aérea, se inspecciona, movilizándolo en bloque, la cara posterior del paciente.

E2 y E3 canalizan **vías venosas periféricas** (catéteres cortos de grueso calibre).

- Se preferirán las venas del antebrazo.
- En caso de imposibilidad de acceso a las mismas, se puede colocar un catéter en la vena femoral o una vía venosa central. El abordaje yugular interno presenta un menor índice de yatrogenia. Si se coloca un catéter en v. subclavia, se escogerá, en su caso, el lado del pulmón patológico para evitar una posible lesión yatrógena del pulmón sano.
- Para la expansión de la volemia se utilizarán soluciones cristaloides isoosmolares (s. fisiológico, solución de Ringer) o coloides (gelatinas (Hemocé) o hidroximetilalmidón (Expafusín) (. Además sangre, plasma, etc.
- Se extraerá sangre para analítica completa (hematología, bioquímica, banco de sangre, gasometría) .

- Minuto 1 : Actitudes diagnósticas y terapéuticas

Primeras prioridades. Consistentes en detectar situaciones de inestabilidad respiratoria o cardiovascular obvias, e iniciar la terapia para minimizar la hipoxia tisular tratando inmediatamente las lesiones cerebrales de riesgo vital, previniendo la lesión medular. Se seguirá la sistemática ABCDE (airway, breathing, circulation...) que ya describimos en el apartado 2.

De forma automática e inmediata, se efectuará una evaluación de:

- A. Respiración dificultosa o ruidosa. Cianosis.
- B. Taquipnea. Disminución movilidad caja torácica.
- C. Palidez. Palpación del pulso (lento, rápido, débil...).
- D. Ausencia apertura espontánea ojos. Agitación. Falta respuesta verbal. Rigidez/flaccidez extremidades.
- E. Evaluación de lesiones periféricas previniendo la hipotermia.

De forma sistemática e inmediata se procederá a la monitorización cardíaca y de la TA, y pulsioximetría.

Segundas prioridades

- Obtener historia clínica (si posible).
- Breve examen externo (cabeza, cuello, tórax, espalda, abdomen, pelvis, extremidades).
- Examen neurológico completo.
- Rx tórax.
- Rx lateral columna cervical.
- Rx lateral col. torácica y lumbar.
- Rx AP pelvis.
- Medicación para traumatismo craneal y lesión medular o ambas (si procede).
- Sondaje urinario si no hay sangre en meato urinario, hematoma en región perineal (tacto rectal) o fractura de pelvis.
- SNG.
- Ecografía, lavado peritoneal o ambas .
- Análisis orina.
- Catéter arterial si indicado.
- ECG.
- Evitar la hipotermia (manta eléctrica).

Terceras prioridades Repetición sistemática del examen físico (de la cabeza a los pies) incluyendo los orificios anatómicos y las zonas "comúnmente olvidadas" (dorso).

- Profundizar el diagnóstico.
- Cirugía de urgencia y otras actuaciones que puedan "salvar la vida".
- Catéter pulmonar en pacientes de alto riesgo.
- Temperatura.
- Profilaxis antibiótica y AT.
- Inmovilización provisional de las fracturas de las extremidades. Reducción de las luxaciones (en paciente anestesiado).

SÍNDROME DE APLASTAMIENTO

Término que alude a las manifestaciones sistémicas secundarias a las lesiones musculares locales. La presión prolongada da lugar al edema con creación de un tercer espacio y a la necrosis muscular, liberándose sustancias intracelulares tóxicas (mioglobina). Todo ello puede provocar alteraciones hidroelectrolíticas, hipovolemia, arritmias y fallo renal.

Epidemiología.

Aparece con frecuencia en las víctimas de derrumbamientos por terremotos, conflictos bélicos; y excepcionalmente como complicación en anestesia y cirugía por inmovilidad prolongada y por ejercicio intenso.

Fisiopatología.

La lesión primaria es muscular, la rhabdmiolisis es una complicación secundaria de la necrosis muscular. Los músculos esqueléticos son muy sensibles a los cambios de presión, que originan un incremento de permeabilidad a los solutos a nivel celular, con entrada de agua, sodio, cloro y calcio. Se produce disfunción y muerte celular. Por otra parte el edema en compartimentos cerrados ocasiona isquemia e hipoxia muscular. La desestructuración celular libera cantidades de potasio, fosfatos, purinas y ácidos al torrente circulatorio, la mioglobina pasa al plasma. El fallo renal es consecuencia de la toxicidad tubular de la mioglobina, puesto que ésta obstruye el túbulo y de otros factores como la hipovolemia, la coagulación intravascular diseminada y el acumulo de cristales de ácido úrico.

Clínica.

El paciente se encuentra hemodinamicamente estable mientras está atrapado y en muchas ocasiones asintomático; al ser liberado puede presentar parálisis flácida y pérdida de sensibilidad (está conservada la función de los esfínteres a diferencia de la lesión medular). El miembro afectado puede estar pálido pero conserva los pulsos distales. Posteriormente aparece el edema.

El paciente puede presentar hipovolemia y shock por acumulo de líquidos en el tercer espacio.

El paciente puede presentar arritmias cardiacas y muerte súbita. La orina en principio es normal, luego oscura, puede confundirse con hematuria pero en el examen microscópico no aparecen hematíes. A medida que el cuadro progresa presenta oligo-anuria.

El edema progresivo en los compartimentos puede llevar al síndrome compartimental sobreañadido con lesión nerviosa.

Las complicaciones más importantes son el fallo renal, sepsis por infección del músculo necrótico, síndrome de distrés respiratorio y coagulación intravascular diseminada.

Química Sanguínea:

- Hemoconcentración.
- Hiperpotasemia marcada.
- Hiperfosfatemia.
- CPK elevada.
- Acidosis.

Tratamiento De Urgencia.

- Reanimación del shock: reposición agresiva de líquidos (cristaloides).
- Sondaje vesical para control de diuresis.
- Manitol al 20% como diurético. Su administración contribuye a minimizar el tercer espacio y a eliminar potasio.
- Bicarbonato: su administración puede ser útil para alcalinizar la orina (hemoglobina y mioglobina son más solubles en pH alcalino).
- La administración de líquidos y manitol contribuyen a normalizar las alteraciones de los electrolitos.
- Hemodiálisis si el paciente presenta fallo renal.
- Si el miembro afectado presenta síndrome compartimental claro con ausencia de pulso y/o deterioro neurológico, es preciso realizar una fasciotomía. Hay que tener en cuenta que la exposición de músculo necrótico incrementa el riesgo de infección.
- Amputación del miembro en caso de lesiones irreversibles o infección incontrolada.
- Tratamiento de las complicaciones: soporte ventilatorio si hay fallo respiratorio, antibióticos si hay infección, desbridar el tejido necrótico, etc.

BIBLIOGRAFIA.

- ▼ <http://www.binass.sa.cr/poblacion/terremotos.htm>.
- ▼ [http://www.Cepis.sa.cr/Terremotos y ondas sismicas.htm](http://www.Cepis.sa.cr/Terremotos_y_ondas_sismicas.htm).
- ▼ <http://www.Oni/Sismos.htm>.
- ▼ <http://www.Ate.org.ar/terremotos/html>.
- ▼ <http://www.Cec.uchile.cl/Temblores/rs1.html>.
- ▼ <http://corca.virtual.net/mnu.html>.