

Aplicación de la ecotomografía en la patología muscular del deportista

Ma Victoria Pons Sala

Centre d'estudis de l'Alta Rendiment-D.G.E.

I. Introducción

La Ecografía es un método diagnóstico de enormes posibilidades que puede utilizarse con provecho en los diferentes campos de la Medicina.

Su inocuidad y su técnica de fácil manejo, contribuyen a su amplia difusión como medio de investigación.

El estudio ecotomográfico del músculo, en traumatología del deporte, se inicia en 1980 bajo el impulso de P. Wagner en Francia y C. Zuinen en Bélgica.

Su fin es objetivar sin tener que recurrir a la cirugía las lesiones musculares de exploración difícil, en las que la termografía sólo aportaría datos significativos en aquellos casos suficientemente amplios y superficiales.

La Ecotomografía va a permitir una identificación bastante concreta de la lesión, la vigilancia cuidadosa de su evolución y la valoración de los efectos de la terapéutica instituida.

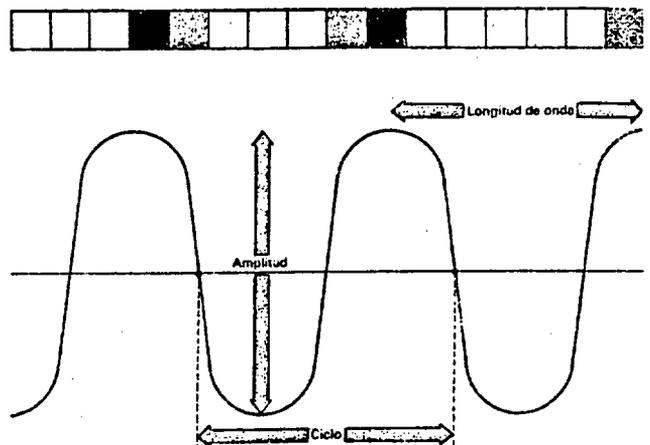
Todo ello es de gran utilidad en el momento de prescribir la duración del reposo y la fecha de reincorporación a la actividad física total o parcial.

II. Principios fundamentales de Ecografía

1. Los ultrasonidos

Se denomina Ecografía a la aplicación de los ultrasonidos al estudio de los distintos órganos o tejidos.

El oído humano es capaz de detectar sonidos de frecuencias de hasta 20.000 ciclos por segundo (20 Kiloherzts ó 20 KHz); la frecuencia del sonido utilizada en la medicina es variable según el órgano o tejido que exploremos, pudiendo oscilar ente 1-7 millones de ciclos por segundo (1-7 megahertz o MHz). Se trata de frecuencias que el oído humano es incapaz de detectar y por ello se denominan ultrasónicas. Es interesante establecer el concepto de lo que es un ciclo, su longitud de onda, su velocidad y su frecuencia.



Las ondas de sonido son una serie de compresiones y expansiones del aire y se representan en forma de onda sinusal. Su punto máximo coincide con la máxima compresión y su mínimo con la expansión; la combinación de una compresión y

una expansión forma un ciclo completo y la longitud entre dos máximos constituye la longitud de onda. La velocidad representa la distancia recorrida en relación al tiempo empleado y la frecuencia del sonido el número de ciclos por unidad de tiempo.

La base de diagnóstico por ultrasonidos es el envío de esta señal acústica hacia la estructura que se quiere analizar y el análisis de la señal que en ella se refleja (Eco).

2. Características físicas de la onda ultrasonora

La onda ultrasonora es una onda mecánica que únicamente puede propagarse en un medio material.

El mecanismo fundamental de esta propagación es una transferencia de energía al medio, que dará lugar a una oscilación transitoria de las moléculas paralelamente a la dirección de propagación de la onda.

La propagación de la onda depende de las propiedades elásticas del medio que debe atravesar. Es interesante considerar tres parámetros: la velocidad de propagación, la intensidad de la onda y la impedancia del medio.

La velocidad de propagación v depende únicamente del medio y puede expresarse en base a sus características esenciales que son sus propiedades elásticas y su densidad. Si K es la constante de elasticidad del medio y P su densidad, tendremos que

$$v = \sqrt{\frac{K}{P}}$$

Puesto que las densidades de los tejidos blandos son muy próximas a la del agua, la velocidad de transmisión del sonido en estos tejidos es de 1.500 milisegundos. En el tejido óseo y en el aire por ser su coeficiente de elasticidad y su densidad muy distintas, la velocidad de propagación será también muy lejana. de 350 milisegundos en el aire a 37°C y de 4.000 milisegundos en el hueso.

La impedancia de un medio puede expresarse por la relación

$$Z = p.v.$$

Este parámetro interviene en el fenómeno de reflexión y de transmisión de una onda ultrasonora cuando pasa de un medio a otro (ello constituye el origen de la ecografía).

Los tejidos blandos tendrán impedancias muy parecidas puesto que sus velocidades de propagación también los son.

Consideramos una onda incidente de intensidad I_i propagándose a través de dos medios distintos 1 y 2. Esta onda cuando llegue a la superficie que

separa los dos medios (hablaremos de interfase) dará lugar a una onda reflejada (Eco) de intensidad I_r y a una onda transmitida de intensidad I_t .

$$I_i = I_r + I_t$$

$$I_t = I_i - I_r$$

$$\frac{I_r}{I_i}$$

nos indica la cantidad de energía que será reflejada (no transmitida) en la interfase. Hemos hallado pues un coeficiente de reflexión que podemos llamar R .

$$R = \frac{I_r}{I_i} = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

$Z_2 = \text{impedancia medio 2}$
 $Z_1 = \text{impedancia medio 1}$

para una propagación normal en la interfase (o entre 2 medios). Si Z_1 y Z_2 son parecidas, R será pequeño, puesto que la energía reflejada será escasa. Al contrario si Z_1 y Z_2 son muy distintas la energía reflejada será muy grande.

P.e. Si P y v en el aire son pequeñas, Z será pequeña y cuando una onda acústica pase de un tejido blando al aire, la diferencia entre ambas impedancias será muy elevada y la mayor parte de la onda será reflejada. En este caso R es aproximadamente un 99,9%. Existe un verdadero obstáculo a la propagación de la onda. Por ello los órganos que contienen aire o gas en su interior constituyen el fenómeno de la sombra acústica, dificultando las posibilidades de visualización de las estructuras situadas tras ellos.

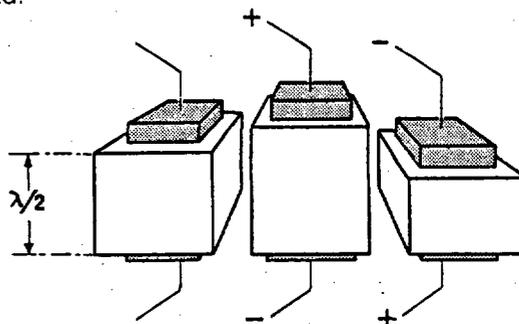
El mismo problema, aunque algo menor, plantea el tejido óseo que presenta un R del 40%.

3. Formación de los ultrasonidos

El uso de los ultrasonidos se ha podido llevar a la práctica con el desarrollo de los transductores piezoeléctricos.

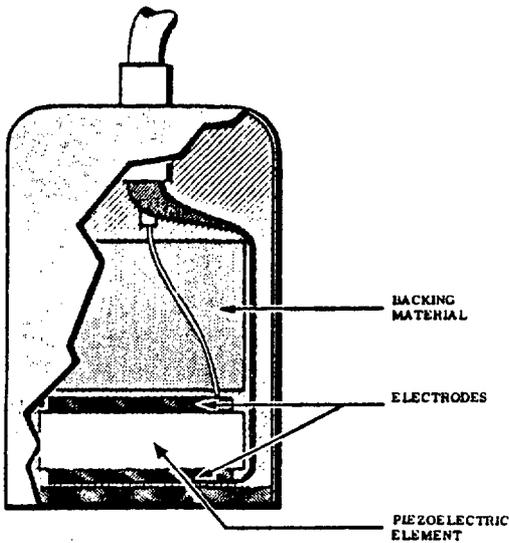
Las sustancias piezoeléctricas tienen la propiedad de cambiar de forma cuando están sometidas a la influencia de un campo eléctrico; el cuarzo es una de esas sustancias.

Al hacer pasar una corriente eléctrica a través de un cristal de cuarzo, su forma variará con la polaridad.

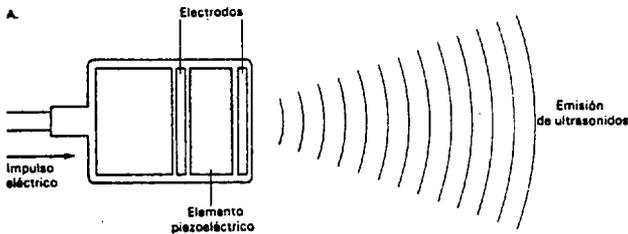


Cuando el cristal se expanda y se contraiga dará lugar a las ondas de sonido que pueden ser dirigidas en forma de haz. Lo contrario también es cierto, cuando el cristal recibe una onda de sonido produce un impulso eléctrico.

El elemento piezoeléctrico es el elemento primario de un transductor ultrasónico. Los transductores comerciales utilizan cerámicas compuestas de bario o plomo como complemento piezoeléctrico.

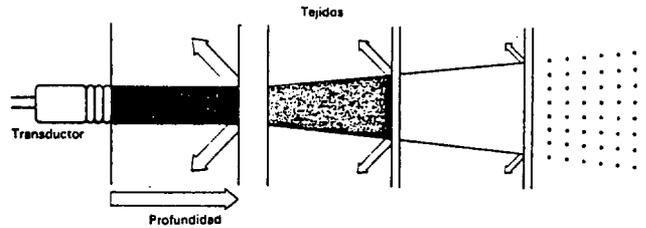


Partes principales de un transductor. Los electrodos estarán conectados a una fuente eléctrica. Detrás del elemento piezoeléctrico existe un material que absorbe la energía del sonido.



Cuando el haz de ultrasonidos atraviesa los distintos tejidos va creando ecos y a la vez pierde energía que en parte es absorbida por los mismos tejidos y en parte se dispersa en todas direcciones; esta dispersión es mayor cuanto más profunda esté la estructura a estudiar.

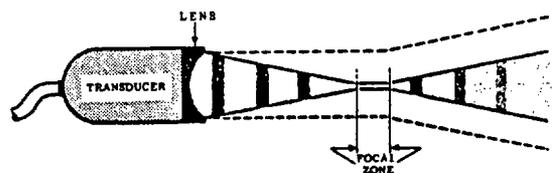
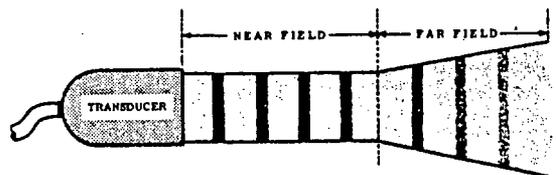
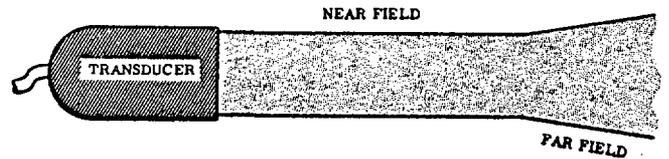
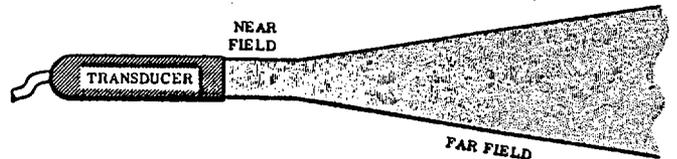
Estos fenómenos de absorción y difusión, así como el de reflexión de las ondas ultrasónicas conducen al fenómeno global de atenuación del haz.



El haz ultrasónico que sale del transductor tiene una zona paralela y luego diverge. Las llamaremos campo cercano y campo lejano. Nos interesará que las estructuras que vayamos a explorar queden comprendidas en el campo cercano.

La amplitud del campo cercano (1) depende del radio del transductor (r) y de la longitud de onda (λ) y se ha calculado que

$$1 = \frac{r^2}{\lambda}$$
; por lo tanto para aumentar la amplitud del campo lejano se puede o bien disminuir la amplitud de onda o bien aumentar el tamaño del transductor. Se puede disminuir la cantidad de divergencia en el campo lejano usando un transductor focal. Esta focalidad se consigue colocando una lente en la superficie del transductor.



Usando lentes cóncavas el rayo ultrasónico es enviado a un punto concreto y distancia determinada del transductor. Estrechando el haz aumenta su intensidad en el punto focal (donde es

más estrecho) y decrece la divergencia en el campo lejano.

La señal ultrasónica puede ser "pulsada" es decir, puede enviarse de forma intermitente consiguiéndose de este modo que la señal enviada no interfiera con la señal reflejada.

4. Resolución

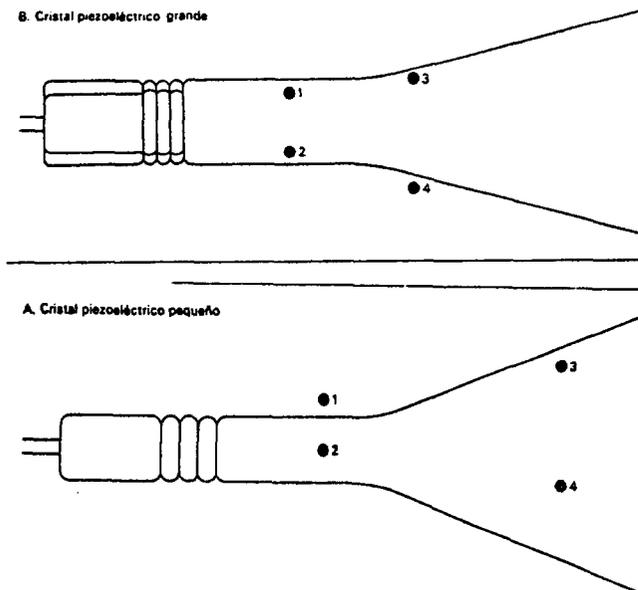
La resolución es la capacidad de un haz de ultrasonidos para identificar dos estructuras de pequeño tamaño y próximas entre sí como dos imágenes distintas.

Intervienen dos tipos de resolución:

- La resolución axial, que depende de la duración de la pulsación ultrasónica y la frecuencia del sonido.
- La resolución lateral que depende del grosor del haz de ultrasonidos que a su vez está condicionado por el tamaño del cristal piezoeléctrico.

El haz de ultrasonidos se va ensanchando a medida que avanza; ello es más acusado en cristales pequeños y menos en cristales grandes.

Así pues, un cristal grande tendrá una resolución mejor en tejidos profundos y unos pequeños en los tejidos superficiales.



5. Efectos biológicos de los ultrasonidos

Como decíamos a su paso por los tejidos un haz de ultrasonidos va perdiendo energía que en parte se convierte en calor. Existirá pues un aumento de la temperatura local que puede dar lugar a alteraciones de la permeabilidad de las membranas celulares, modificaciones del metabolismo local, fenómenos de adhesión celular e incluso parada circulatoria. Esta energía absorbida crece con la frecuencia.

Puede observarse también de forma localizada la aparición de microcorrientes probablemente debidas a la presión de radiación del haz.

Cabe señalar que cuando se utilizan grandes amplitudes de onda pueden aparecer en el tejido presiones superiores a las fuerzas de cohesión dando lugar a la formación de cavidades.

Sin embargo, teniendo en cuenta las frecuencias utilizadas para el diagnóstico en medicina, se admite actualmente la inocuidad casi absoluta de la ecografía.

6. Utilización de los ultrasonidos en medicina

Las características que hacen interesante la utilización de los ultrasonidos como medio diagnóstico en contraste con el sonido audible es la posibilidad de ser dirigidos como un rayo a un lugar concreto, ello se debe a que siguen las leyes de reflexión y refracción pudiendo ser reflejadas por objetos pequeños.

La principal desventaja es la pobre propagación a través de medios gaseosos, por ello se utilizan geles o recipientes con agua a fin de eliminar cualquier poro que permita la interposición de aire entre el transductor y la superficie a explorar. Por igual motivo es difícil su utilización para examinar órganos huecos o estructuras situadas detrás de ellos.

Es importante considerar suficientemente algunos de los conceptos que hemos mencionado anteriormente.

- Cuando mayor es la frecuencia ultrasónica mayor es el poder de resolución. Ya que una frecuencia elevada es reflejada por muchos cuerpos pequeños, tendrá menor capacidad de penetración (muchas ondas se reflejan); por lo tanto diremos que la capacidad de penetración del rayo ultrasónico decrece con el aumento de la frecuencia.
- La absorción y dispersión que ocurre en un medio homogéneo también determina la cantidad de penetración. Elevadas frecuencias presentan una mayor absorción y dispersión, lo que implicará una menor penetración. Por todo ello cuando menos homogéneo sea el medio más dificultad tendrá el rayo ultrasónico para penetrar, dado que la reflexión y la refracción son factores importantes en la disminución de la intensidad del rayo a medida que viaja a través de un medio no homogéneo.

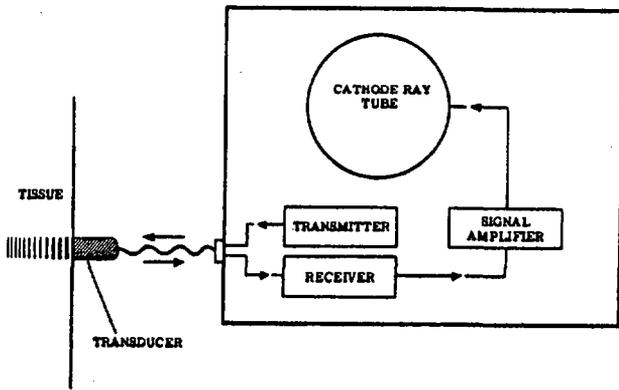
6.1. Obtención de imágenes acústicas

El instrumento utilizado para traducir una imagen a partir de una pulsación ultrasónica reflejada se llama ecógrafo.

Componentes principales:

- El transductor, que contacte con el tejido, envía y recibe la señal.
- El transmisor regula el envío de ultrasonidos por el transductor. En él hay un temporizador que controla la duración de las pulsaciones ultrasónicas emitidas.

El transductor convierte los ecos reflejados en impulsos eléctricos que van a un receptor y a un amplificador de señal. Estos ecos pueden ser visualizados en el tubo de rayos catódicos u osciloscopio.

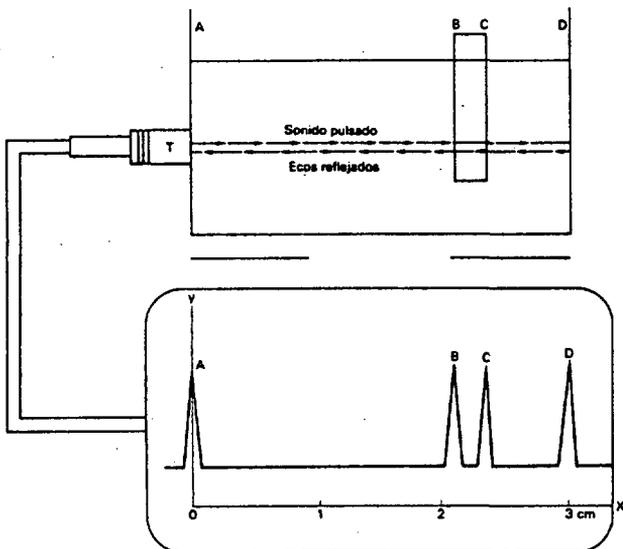


La imagen acústica que visualicemos depende de las propiedades de reflexión y de las pulsaciones del rayo ultrasónico.

La energía eléctrica es enviada de forma intermitente al transductor y el elemento piezoeléctrico envía ultrasonidos por períodos cortos de tiempo. La duración de cada impulso puede ser tan corta como un microsegundo; siguiendo a la emisión de esta ráfaga el transductor se convierte en receptor en espera para registrar los ecos. Este ciclo se irá repitiendo.

6.2. Modalidades ecográficas

El transductor se coloca en el lado de un recipiente con agua y envía una corta ráfaga de ultrasonidos a una frecuencia dada. Esta ráfaga viaja en el agua homogénea y se refleja en el lado opuesto del recipiente. El eco vuelve por el mismo camino y ataca al transductor que ahora funciona como receptor. Una señal eléctrica se crea cuando el sonido impacta en el elemento piezoeléctrico y es reflejada en el osciloscopio del ecógrafo.

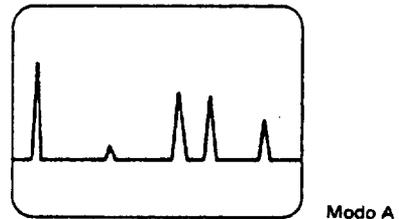


Si conocemos la velocidad del sonido viajando a través de ese medio y el tiempo que tarda en emitirse y reflejarse la señal, es fácil determinar la distancia entre el transductor y la interfase. Calibrando el ecógrafo para la velocidad del sonido en el medio que examinamos la conversión de tiempo a distancia puede hacerse automáticamente. De este modo en lugar del tiempo que tarda la ráfaga en ir y volver, el osciloscopio nos indicará la distancia entre la interfase y el transductor.

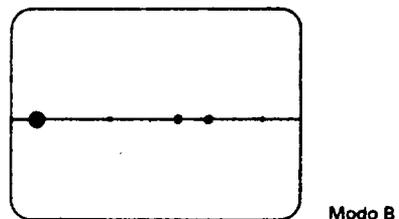
Cuando en el osciloscopio los ecos reflejados procedentes de las diversas estructuras aparecen a modo de espículas de distinta amplitud en función de la intensidad de la señal estamos frente al *Modo A* (amplitud).

Una segunda forma de presentación es el *Modo B* (brillo), en el cual los ecos reflejados aparecen como puntos luminosos cuya intensidad es proporcional a la amplitud de los ecos.

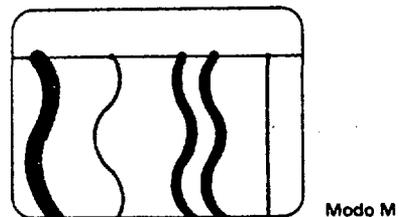
La presentación de la modalidad B inscrita sobre un registro que se desplaza a velocidad constante permite estudiar órganos u estructuras en movimiento, *Modo M* (movimiento). Esta técnica es unidireccional y sólo capta los movimientos que van paralelamente a haz, nunca los movimientos perpendiculares al mismo.



Modo A

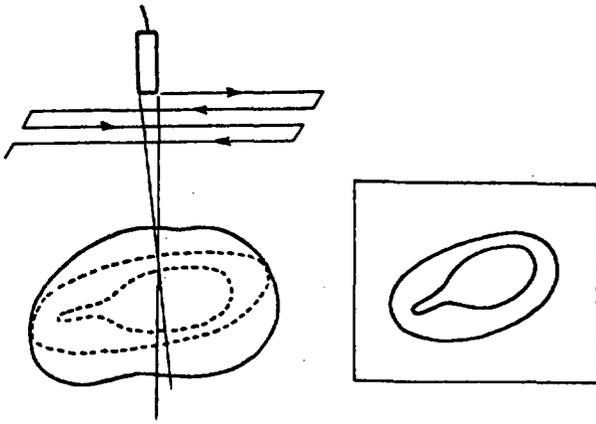


Modo B



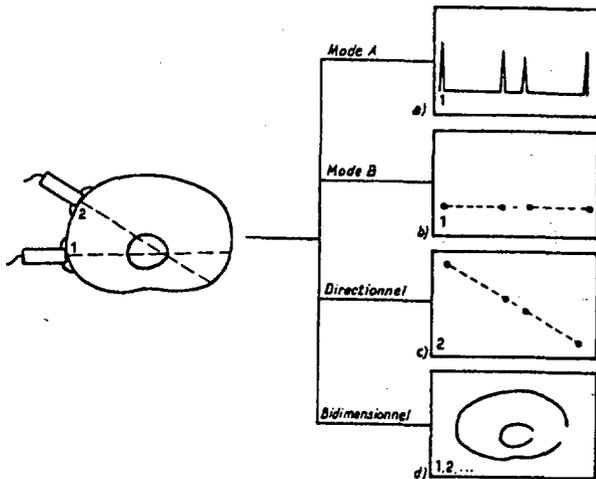
Modo M

Con el barrido lineal sobre un plano paralelo al órgano examinado puede obtenerse un verdadero corte a una profundidad determinada.



Podemos obtener también una visualización bidimensional si las señales correspondientes a distintas posiciones del transductor son memorizadas. La morfología del órgano será reproducida en función de los ecos.

Se utiliza un plano de sonidos. Es una tomografía que permite un análisis espacial de la anatomía. Si además se forman un gran número de imágenes por segundo será posible el estudio de la dinámica del órgano explorado.



7. Material ecográfico actual

Podemos disponer de dos tipos:

- *Ecógrafos de barrido manual.* La construcción de la imagen se hace a partir del desplazamiento del transductor por el operador. Pueden utilizarse tanto en el Modo A como en el Modo B (bidimensional) permitiendo la construcción de imágenes en cortes ultrasonoros estáticos muy bien definidos que aparecen en una pantalla después de pasar el transductor sobre el órgano estudiado. También es útil en el Modo M.
- *Ecógrafos de tiempo real.* Realizan una serie rápida de cortes, dando un aspecto dinámico al

estudio. Al desplazar el transductor sobre el órgano examinado se realiza un barrido completo del mismo. La imagen se obtiene instantáneamente.

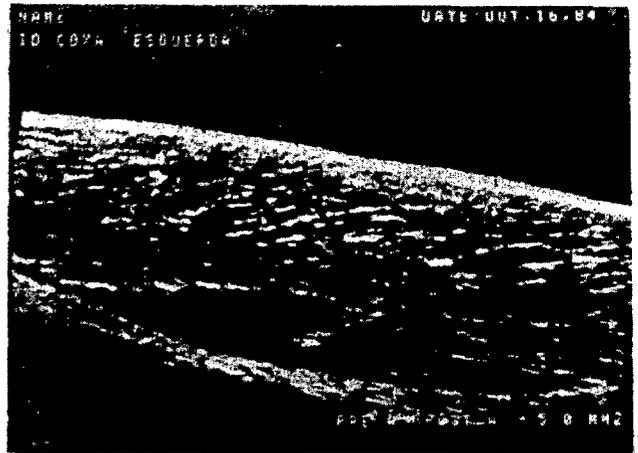
Este es el tipo que suele utilizarse en los órganos superficiales como los músculos. Se utilizan ondas de alta frecuencia entre 5 y 7 MHz.

En órganos más profundos se utilizarán frecuencias más bajas.

III. Aspecto ecotomográfico del músculo normal

Los haces musculares entre las aponeurosis presentan una ecoestructura finamente homogénea dando un aspecto de piqueteado. En las imágenes ecotomográficas obtenidas por cortes transversales aparecen ecos redondeados, mientras que en los cortes longitudinales y oblicuos, se vuelven paralelos o inclinados respecto al eje muscular, presentando un aspecto "penniforme" característico.

La ecogenicidad es variable de un grupo muscular a otro, incluso, según el nivel de actividad deportiva del sujeto, de su pasado traumatológico o de la simple existencia de variaciones anatómicas. Todo ello impide la standarización de los resultados y obligan constantemente a la interpretación comparativa con el lado contralateral.



Ecograma sagital de un músculo normal.

En el corte ecotomográfico también pueden estudiarse las relaciones del músculo con las estructuras circundantes.

- La piel y las aponeurosis aparecen como imágenes lineales finalmente ecogénicas.
- El tejido celular subcutáneo se traduce por imágenes hipoeogénicas (tejido graso) con zonas más ecogénicas (tramos conjuntivos).
- Los vasos se ven como tubos anecogénicos más o menos largos según el corte.

IV. Semiología Ecotomográfica de las lesiones musculares

En este capítulo se pretende revisar las lesiones musculares más frecuentes en el deportista y su expresión ecotomográfica.

La nomenclatura de las lesiones musculares es muy imprecisa. Por comodidad, el médico y el fisioterapeuta suelen adoptar el vocabulario de la calle. La confusión, dificulta las buenas relaciones entre el médico, el fisioterapeuta, el entrenador y el deportista. Una lesión muscular no equivale a otra lesión muscular; no puede hablarse indistintamente de elongación, tirón o desgarro muscular. Existe una graduación estricta según la gravedad de las alteraciones anatomopatológicas del músculo, que deben describirse con precisión.

La ecotomografía nos ofrece la posibilidad de correlacionar unas imágenes sumamente objetivas con la sintomatología del individuo, facilitando un diagnóstico exacto.

Entre las diferentes clasificaciones de las lesiones musculares hemos elegido la propuesta por C. Zuinen.

1. Lesiones musculares agudas

<i>Benignas</i>	<i>Severas</i>
Hematoma	Tirón
Contusión	Desgarro
Contractura	Ruptura
Calambre	Dislaceración
Elongación	Hernia

1.1. Hematoma

Clinicamente el hematoma aparece como consecuencia de un golpe o compresión del músculo que dará lugar a rotura de capilares y pequeños vasos; lo que determinará la aparición de una colección sanguínea en el seno del tejido.

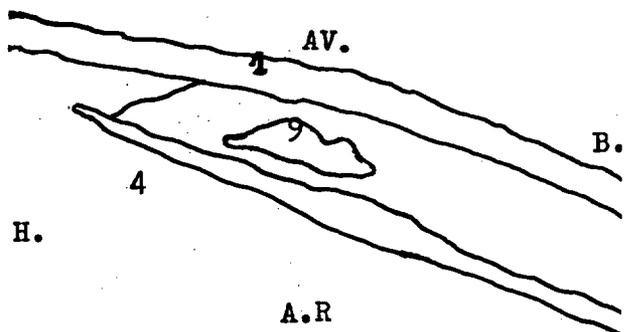
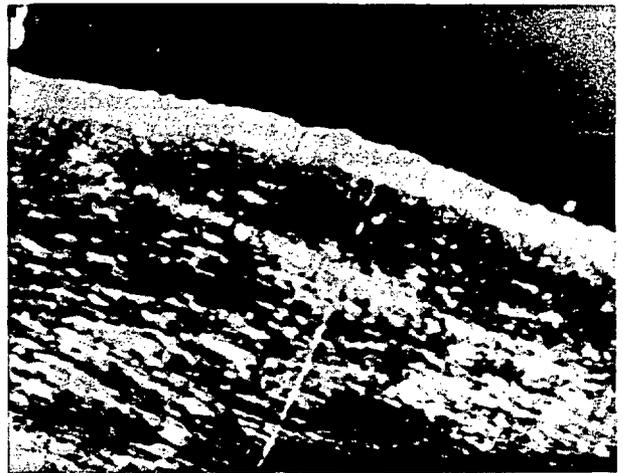
El músculo estará aumentado de volumen y presentará dolor a la palpación en un punto selectivo.

En ocasiones puede existir rotura de la aponeurosis muscular por acción del mismo traumatismo; entonces el hematoma se infiltra en los tejidos y al cabo de varios días aparece una equimosis bajo la piel.

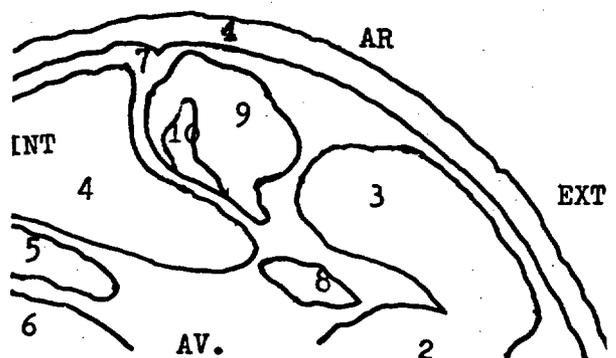
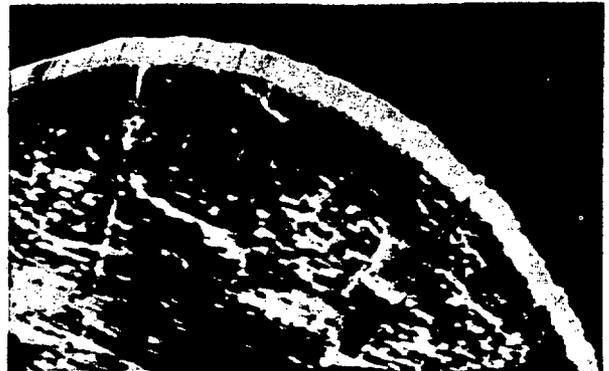
Es interesante localizar el hematoma y seguir detenidamente su evolución. El hematoma puede enquistarse, reabsorberse calcificarse o inyectarse.

- Expresión ecográfica

El hematoma fresco aparece como una imagen hipocogénica que infiltra y separa las fibras musculares, rompiendo su regularidad. Pueden observarse algunos ecos en su interior que ofrecen un aspecto en "debajo de campana"; ello según P. Wagner corresponde a la retracción miofibrilar.



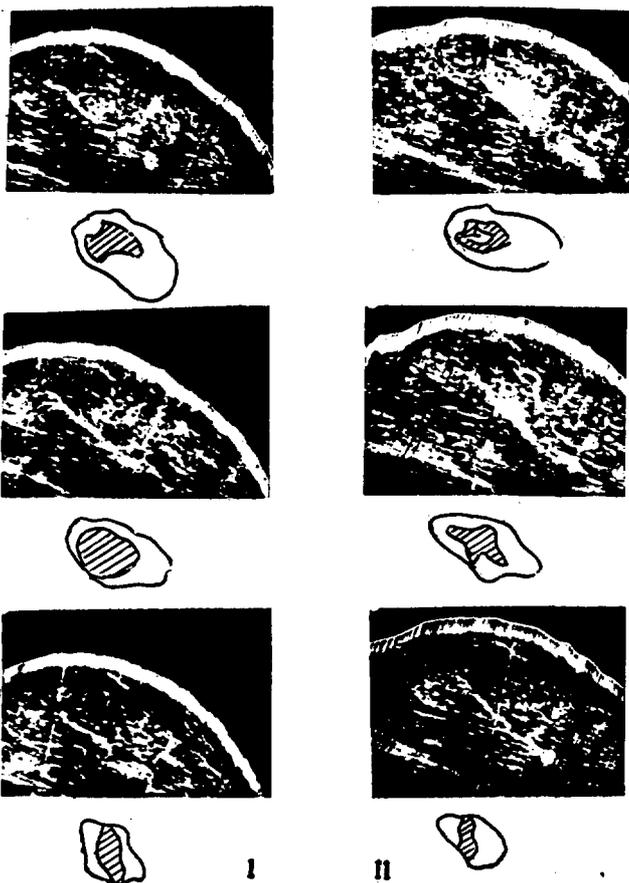
Cortes transversal y longitudinal del semitendinoso izquierdo.



- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Piel | 6. Aductor mediano |
| 2. Porción corta del bíceps | 7. Fascia muscular |
| 3. Porción larga del bíceps | 8. N. ciático |
| 4. Semimembranoso | 9. Hematoma del semitendinoso |
| 5. Aductor mayor | 10. "badajo de campana". |

Algunos días después el hematoma se organiza y se manifiesta como una cavidad de bordes delimitados, en cuyo interior los coágulos aparecen como islotes ecogénicos. Esta imagen hipoecogénica irá disminuyendo de tamaño, aumentando cada día el número de ecos en su interior, debido a la recolonización de la zona por las fibras musculares.

Aún cuando las manifestaciones clínicas han desaparecido, suele persistir durante bastante tiempo una ligera hipogenicidad del tejido.



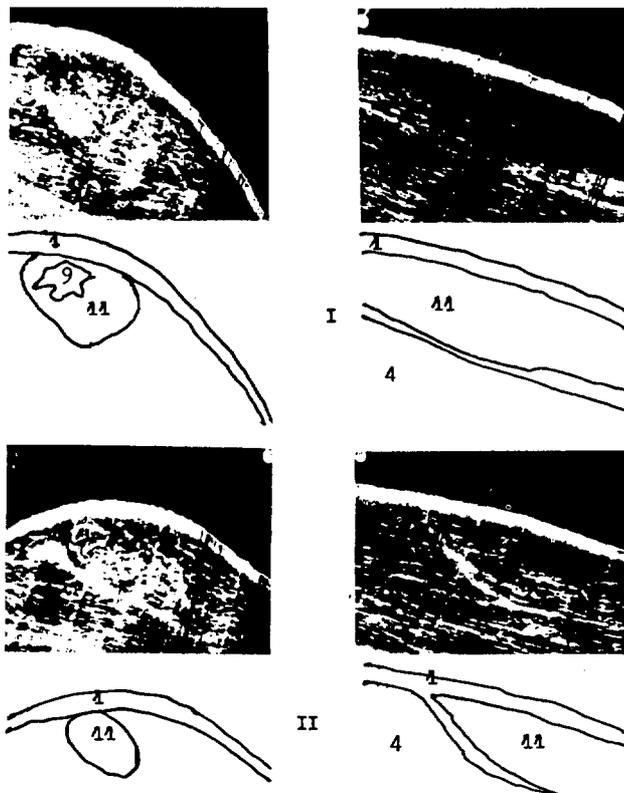
Evolución de un hematoma hacia su reabsorción.
Cortes transversales realizados en el quinto (I) y el quinceavo (II) día.

En estas imágenes puede apreciarse que a pesar de haber desaparecido toda la clínica, persiste una hipogenicidad que irá desapareciendo lentamente al aumentar el número de fibras que recolonizarán la zona de infiltración que queda del hematoma.

Si el hematoma se enquista, primero se verá una imagen transonora de bordes regulares y refuerzo posterior poco manifiesto; debido a que la cavidad está recubierta por hematíes y fibrina. Cuando estos se reabsorban quedará una estructura vacía de ecos y un importante refuerzo posterior.

1.2. Contusión

Según sea consecuencia de un golpe más o menos violento, su manifestación es diversa, pu-



Comparación al veinticincoavo día de cortes izquierdos (I) y derechos (II).
Transversales (hematoma visible) y longitudinales (hipoecogenicidad).

1. Piel
9. Hematoma

4. Semimembranoso
11. Semiteodinoso



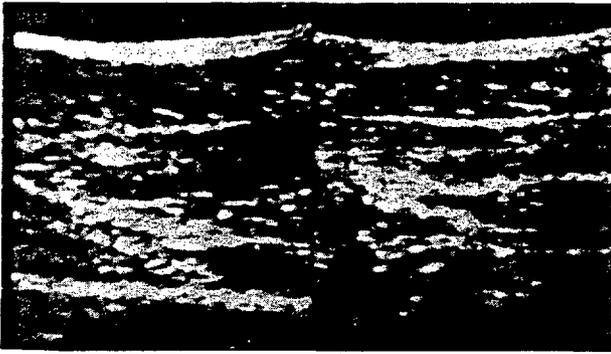
Hematoma con refuerzo posterior y presencia de islotes más ecogénicos.



Laguna anecogénica con refuerzo posterior después de la reabsorción del hematoma.

diendo tratarse de un dolor moderado que permite continuar el esfuerzo, a un dolor importante que limite la función e implique la interrupción de la actividad física.

Anatomopatológicamente, el aplastamiento de los tejidos provoca trastornos histoquímicos que liberan sustancias algógenas, por lo cual podremos encontrar desde un edema de la fibra muscular con infiltrado linfoplasmocitario a pequeñas roturas vasculares sobreañadidas, o incluso el hematoma del que hemos hablado.

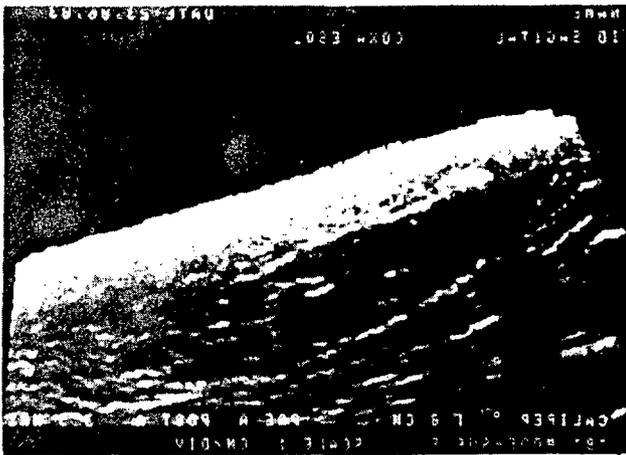


Comparación de un músculo contuso (I) y el músculo normal (D).

– *Expresión ecográfica*

Las contusiones leves ecográficamente son mudas. En las más intensas, se pierde la homogeneidad de las fibras musculares. Estas aparecen con aspecto heterogéneo e hinchado. Las miofibrillas son menos densas y menos regulares ya que el edema difuso se traduce por placas hipocogénicas.

En resumen, veremos un centro heterogéneo de bordes imprecisos y la aponeurosis intacta, aunque sobreelevada por el edema...



Aspecto ecográfico de una contusión.

1.3. *Contractura y calambre*

Un músculo cansado, acidótico por un exceso de ácido láctico puede despolarizarse espontáneamente: la contractura aparece en todo el músculo. También puede aparecer como respuesta a una agresión externa; el músculo se tetaniza por un tiempo indeterminado.

Clinicamente es muy dolorosa y a la palpación se aprecia el músculo contraído y tenso. El calambre del deportista consiste en una contractura aguda y dolorosa que sobreviene durante el esfuerzo, localizada en la celda muscular. Indica un estado de asfixia del músculo. Si el músculo trabaja excesivamente en anaerobiosis produce demasiado ácido láctico y la acidosis intrafibrilar perturba los intercambios iónicos.

Como la contracción y el calambre limitan el aporte sanguíneo y de oxígeno, la consecución de la actividad física potencia todos estos fenómenos.

El calambre debe considerarse como una señal de alarma del músculo que sufre.

– *Expresión ecográfica*

Los calambres, contracturas, torticulis y lumbagos no tienen traducción ecográfica.

1.4. *Elongación*

Tiene lugar en el músculo sobrecargado que lleva sus fibras al límite de sus posibilidades fisiológicas de elasticidad.

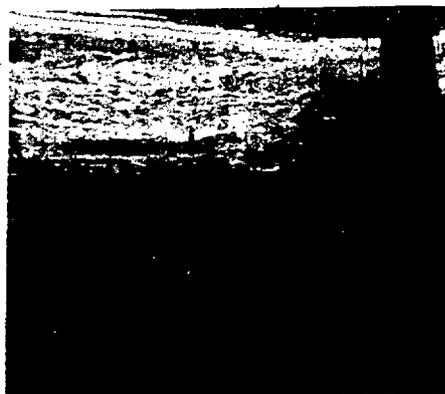
Clinicamente aparece un dolor difuso de la masa muscular, siendo la búsqueda de un punto doloroso selectivo negativa.

Anatomopatológicamente puede considerarse como el primer estadio de desgarro muscular, puesto que aunque algunos autores defiendan que es únicamente un trastorno funcional (sin lesión miofibrilar), en ocasiones existe rotura de algunas fibras que darán lugar a una pequeña cavidad serohemática.

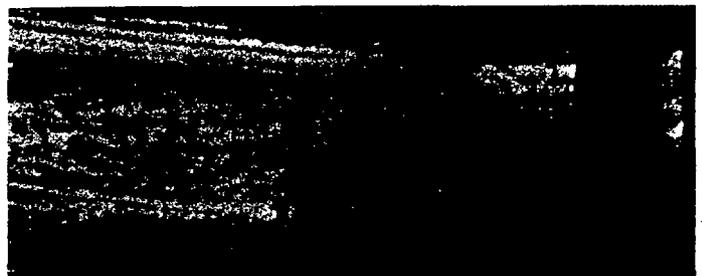
– *Expresión ecográfica*

Da lugar a una imagen a modo de zonas hipocogénicas de pequeñas dimensiones y contornos difusos, siendo la ecoestructura del músculo en su conjunto normal.

Algunos autores hablan de una imagen en "chispas" hipotransparentes en el seno de los fascículos musculares. Para unos corresponde a la evidencia de una zona líquida (Cavidad serohemática de la que hablábamos) y para los otros, defensores del concepto tradicional de elongación como alteración funcional, corresponde simplemente al edema.



Semitendinoso



Recto anterior

Se trata pues de una zona hiperecogénica que interrumpe la homogeneidad muscular.

Es interesante controlar esta imagen, siendo habitual su regresión completa a los 15 días.

1.5. Tirón

Sería más correcto hablar de desgarro parcial o intrafibrilar. El término tirón debería considerarse como signo clínico de desgarro muscular y no como lesión intermedia entre elongación y desgarro; puesto que no corresponde a una imagen anatomopatológica específica.

- Expresión ecográfica

Puesto que el vocablo tirón expresa tirones musculares de gravedad muy distinta, no le corresponde una imagen específica.

Puede atribuirse desde la imagen en chispas que corresponde a la elongación, hasta imágenes con grandes cavidades anecogénicas propias de las rupturas musculares que implican un gran hematoma.

Es importante, sin embargo, insistir en la exactitud del diagnóstico y recurrir a este término lo menos frecuentemente posible.

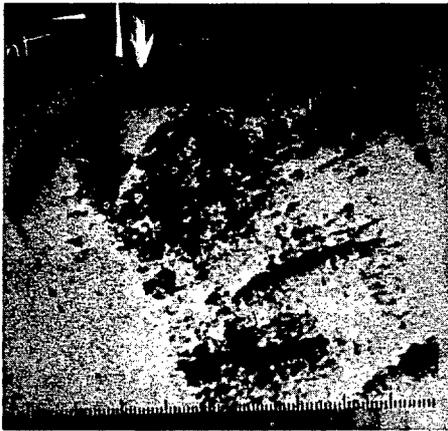


Imagen de un tirón?, considerado aquí como un desgarro menor.

1.6. Desgarro

El deportista suele percibir un crujido (diríamos que le ha dado un tirón) en el momento en que se produce la lesión. Aparece dolor intenso y localizado que inmoviliza.

Las fibras musculares han sido solicitadas por una fuerza excesiva o bien el músculo contraído ha recibido un impacto que ha causado rotura de sus fibras.

Anatomopatológicamente las fibras lesionadas se retraen y en su interior aparece una colección hemática. Se producen también reacciones vasculares locales como son la vasodilatación y el edema peritesional.

- Expresión ecográfica

En la imagen aparece una cavidad hipocogénica (colección serohemática) bien delimitada en la ecoestructura muscular.

En ocasiones existe un ribete hiperecogénico que corresponde a una envoltura por depósito de fibrina.

La retracción de las miofibrillas en el interior de la cavidad da lugar a una serie de ecos que corresponden a la imagen en "badajo de campana".

Esta imagen se observa mejor en cortes longitudinales o ligeramente oblicuos, puesto que los cortes transversales pueden cruzar únicamente o por la cavidad transonora o por la retracción miofibrilar.



Imagen en badajo de campana.



Desgarro muscular del gemelo interno.

1.7. Ruptura

Suele producirse a causa de un golpe violento sobre el músculo contraído.

Son lesiones que abarcan al músculo entero o a gran número de fascículos musculares y dan lugar a la formación de un hematoma muy voluminoso que puede comprometer la circulación conllevando a la necrosis del músculo.

En ocasiones tiene lugar la rotura de la aponeurosis.

Bass propone la diferencia entre hematoma intramuscular que permanece oculto (salvo que haya rotura de la aponeurosis) y hematoma intra aponeurótico que fluye por la fascia dando lugar a una mancha cutánea azulada. También expresa que la aparición de una equimosis es un signo favorable, lo cual se presta a gran controversia; pues una mancha hemática puede ser sólo la parte visible de un iceberg.

Clinicamente encontramos un dolor intenso e impotencia funcional; apreciándose una depresión entre las dos cabezas musculares.

- *Expresión ecográfica*

La ecotomografía muestra una amplia solución de continuidad de contenido serohemático que interrumpe el tejido muscular.

Se ven dos zonas hiperecogénicas que corresponden a la retracción de los dos extremos musculares y entre ellos una zona heterogénea en los primeros días (debida al hematoma) o vacía de ecos posteriormente.

Existe un refuerzo posterior muy nítido. Si hay rotura de la aponeurosis, como la sangre fluye hacia el tejido celular subcutáneo, la imagen es más difusa. En este caso será preciso realizar un amplio barrido hasta visualizar los 2 extremos musculares.



Rupturas del gemelo interno.



Rupturas musculares.

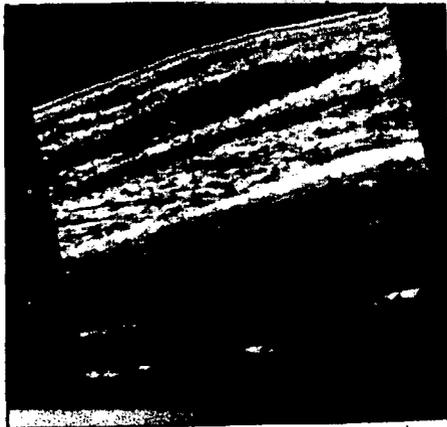


Aspecto anecogénico o hipocogénico.

- *Expresión ecográfica*

Se trata de imágenes extensas y mal delimitadas. Su aspecto ecográfico es muy heterogéneo, alternan zonas hipocogénicas, anecogénicas e hiperecogénicas al lado de la estructura normal: es la imagen en "tempestad de nieve".

También se hallan imágenes de procesos inflamatorios y hemorrágicos que confieren en conjunto un aspecto anárquico característico.

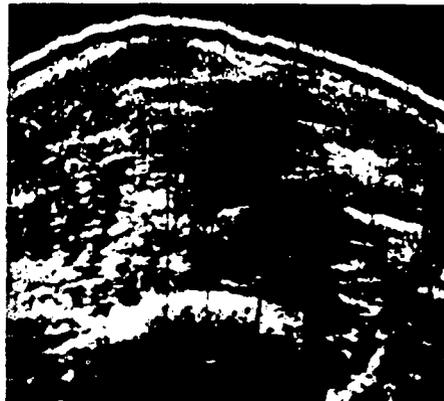


Hematoma. Principio de la recuperación del paralelismo de las fibras.

1.8. *Dislaceración*

El músculo es aplastado por un golpe violento y sus fibras se deshilachan y quedan flotando en un hematoma.

Produce dolor intenso e impotencia funcional.



Dislacuación a nivel de los aductores.



Imagen en "tempestad de nieve".

1.9. Hernia muscular

A consecuencia de un traumatismo externo se produce rotura de la aponeurosis muscular; las fibras se insinúan entre los bordes herniándose durante la contracción.

Clinicamente se manifiesta con un dolor de moderada intensidad que no limita la función. En la palpación puede apreciarse una tumoración dolorosa.

- Expresión ecotomográfica

Por ser una lesión subcutánea aparece como un saliente hiperecogénico que perfora la fascia y penetra en el tejido celular subcutáneo hipoeecogénico.



Hernia y desgarro muscular.

2. Lesiones musculares crónicas

Únicamente comentaremos aquellas que tienen interés en la patología muscular del deportista.

2.1. Granuloma cicatricial

Es una complicación de los desgarros, rupturas o dislaceraciones musculares mal tratadas.

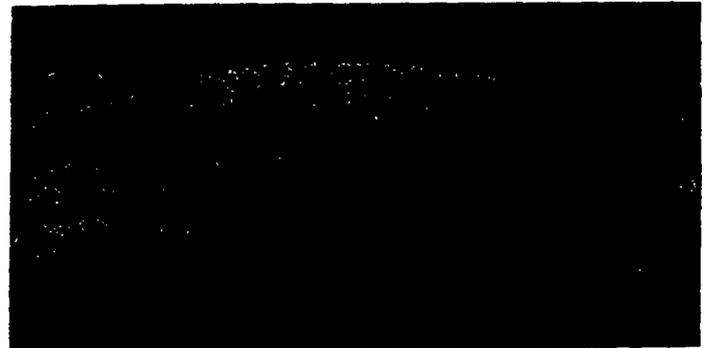
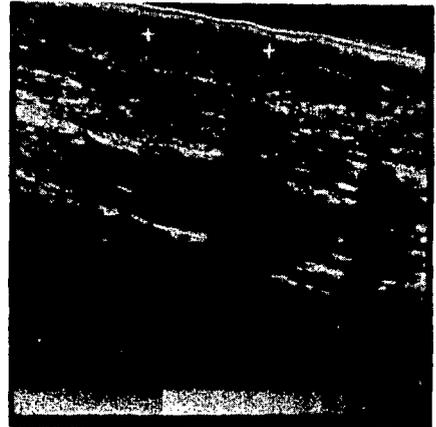
La cavidad serohemática que aparece en estas lesiones va a ser colonizada por tejido conjuntivo denso, en ocasiones también puede envolver a una calcificación.

Clinicamente encontraremos una disminución de la potencia muscular y una movilización dolorosa con tendencia a la cronicidad.

La palpación revela una induración dolorosa.

- Expresión ecográfica

Presenta una imagen hiperecogénica de volumen preciso en el seno de la estructura muscular.



Granuloma cicatriciales (imágenes hiperecogénicas).

2.2. Calcificación

Tanto su etiología como sus manifestaciones clínicas coinciden con las del granuloma cicatricial.

A veces se deben a traumatismos poco importantes como p.e. a dislaceraciones que constituyen el medio idóneo para la formación de rosarios calcáreos en el músculo.

Suelen situarse en la periferia del tejido muscular.

La palpación muscular revela induraciones dolorosas sobre todo al realizar contracciones repetidas.

También se nota un engrosamiento de la aponeurosis que rodea la calcificación.

- Expresión ecográfica

Pueden aparecer estructuras muy hiperecogénicas arrosariadas o aisladas, con una zona de sombra acústica posterior.



Calcificación cicatricial de una ruptura muscular.

2.3. Miositis osificante

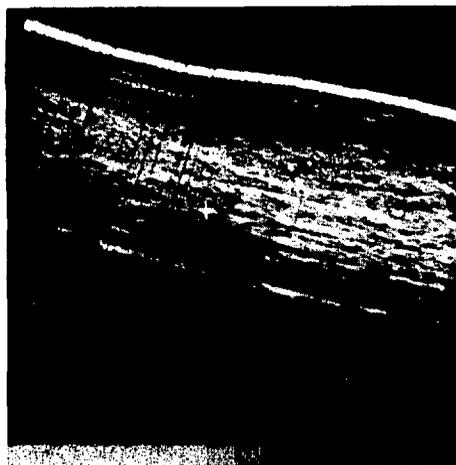
Puede ser consecuencia de un traumatismo que de lugar a la desinserción ósea del músculo, de un traumatismo quirúrgico o bien una complicación de un hematoma intermuscular profundo que se calcifica.

En todos los casos el hematoma que se forme estará cercano al hueso y tendrá lugar una migración de células óseas que calcificarán la colección hemática. También van a influir una serie de factores bioquímicos.

La miositis osificante se ve favorecida en aquellas lesiones que han sido inmovilizadas insuficientemente.

– Expresión ecográfica

Para hacer el diagnóstico de miositis osificante nos será más sencillo recurrir a la xerografía, la



Miositis osificante (estructura hiperecogénica).

cual demostrará la existencia de las calcificaciones periósticas responsables de los colores crónicos.

La ecotomografía debe ser utilizada para seguir la evolución de las lesiones, evitándose de este modo las complicaciones como esta.

V. Conclusión

La ecotomografía es un medio diagnóstico de gran utilidad en traumatología muscular.

Permite una mejor exploración de la patología muscular del deportista.

Ayuda al diagnóstico en aquellos casos en que la clínica y la evolución de la lesión son atípicas, sobre todo cuando se afectan grupos musculares profundos.

En los casos en que la evolución no corresponde al diagnóstico inicial, contribuye a rectificar y adaptar un nuevo tratamiento.

Es útil para seguir la evolución de lesiones graves y de este modo asegurar una consolidación y cicatrización correctas, antes de autorizar la reincorporación al deporte.

Es indispensable en los casos en que se sospecha una colección hemática intramuscular, sea a la palpación o por visualización de una equimosis. Guiará la punción precisando la localización, extensión y profundidad del hematoma.

En el preoperatorio sirve para guiar el gesto quirúrgico a fin de respetar al máximo las fibras musculares sanas.

En los desgarros y rupturas musculares va a ser interetna. La ecotomografía permite detectar a tiempo la colección hemática, indicar su punción precoz y evitar secuelas.

Es de esperar que en pocos años esta técnica esté al alcance de todos los deportistas, lo que supondrá un diagnóstico más precoz de las lesiones, menos intervencionismo y una más temprana reincorporación a la actividad física.

Bibliografia

- 1 ALBUQUERQUE, M. DE.: Ecografia Muscular. Medicina do Desporto, 1985 (Jan-Fev-Mar) Págs. 6-8.
- 2 ANCRI, D.: Bases fondamentales de l'échographie. La revue du Practicien, 1978. Tomo XXVIII, nº 33. Págs. 2529-2540.
- 3 BALLESTER RODES, M.; CANDELL RIERA, J.: Ecocardiografia. Jano, 1983. Nº 554 (Tema monográfico).
- 4 BOUVIER, J.F.; BOUCHET, J.B.; CHASSAIN, A.P.; PRAT, J.: Suivi échotomographique d'un hématome musculaire. Médecine du Sport, 1982. Tome 56, nº 4. Págs. 50-274-54-278.
- 5 COMMANDRE, F.: La ecotomografia en el diagnóstico de lesiones musculares. Archivos de Medicina del Deporte (Navarra), 1984. Vol. I, nº 0. Págs. 7-18.
- 6 DOENS, M.: Interets de l'échographie dans les accidents musculaires et tendineux du sportif et en particulier dans les claquages do mollet. Thèse de l'université Paris VII. Faculté de Médecine Xavier Bichat, 1981.
- 7 DEFILIPPIS NOVOA, E.C.A.; LAFREZ, E.J.C.: Traumatologia del Deporte. Ed. Gumersindo F. Fernández. Argentina, 1980.
- 8 FEIGENBAUM, H.: Echocardiography. Cop. Lea & Febiger. Philadelphia, 1976.
- 9 ZUINEN, C.; CARLIER, L.; GAUDISSERT, J.L.: L'échotomographie en traumatologie musculaire. Médecine du sport, 1980. Tome 54, nº 6. Págs. 51-379-54-382.
- 10 ZUINEN, C.; COMMANDRE, F.: Las urgencias del Deporte. Ed. Masson. Barcelona, 1984.
- 11 ZUINEN, C.; COMMANDRE, F.: Echotomographie du muscle. Medicine du sport, 1982. Tome 56, nº 5. Págs. 12-396-20-404.