

## **Constantes Biofísicoquímicas del Líquido Sinovial de Bovinos. Tensión Superficial a Distintas Temperaturas**

<sup>1</sup>Noia, M. A.; <sup>2</sup>Carrozza, J. S. W.; <sup>3</sup>Frígoli, A. E.; <sup>4</sup>Simpson, M. I.

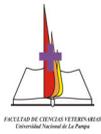
<sup>1</sup>Cátedra de Introducción a la Biofísica, UNLP y Cátedra de Física Biológica, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam. <sup>2</sup>Cátedra de Química Inorgánica y Orgánica, UNLPam y Cátedra de Introducción a la Biofísica y de Física y Química Aplicadas, UNLP. <sup>3</sup>Cátedras de Introducción a la Biofísica y de Física y Química Aplicadas, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP. <sup>4</sup>Cátedra de Introducción a la Biofísica, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP.

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se ha estudiado la tensión superficial del líquido sinovial de bovinos a distintas temperaturas, a fin de poder obtener por interpolación gráfica, el dato correspondiente a la temperatura media de esta especie animal 38,5 °C. Se realizaron en total más de cien determinaciones, a temperaturas comprendidas entre 20,0 °C y 40,0 °C, a intervalos de 5,0 °C. El valor encontrado a 38,5 °C fue de 58,3 dinas. cm<sup>-1</sup>, notablemente inferior que el correspondiente al agua a la misma temperatura, 69,8 dinas. cm<sup>-1</sup> y menor aún que el correspondiente a una disolución de cloruro de sodio al 0,6 % que corresponde a la presente en el líquido sinovial. La concentración de los electrolitos débiles presentes en este fluido biológico, por su valor, no pareciera ser la responsable de compensar y aún revertir los valores que una disolución de electrolitos fuertes (semejante a la presente en el líquido sinovial de bovinos) ejerce la tensión superficial del agua. Creemos razonable suponer que debe existir una sustancia, presente en el líquido sinovial, que posea un marcado efecto tensoactivo. Dicha sustancia pudiera ser el ácido hialurónico; en posteriores investigaciones trataremos de confirmar esta suposición.

### **SUMMARY**

The surface tension of synovial fluid of bovine has investigated in the temperature range between 20,0 °C and 40,0 °C ± 0,1 °C, at intervals of 5,0 °C. About hundred experiments were performed. Plotting the experimental results of the surface tension as a function of temperature, a linear relationship is seen to be satisfactorily obeyed. The value of  $\gamma$  at the mean temperature of this specie (38,5 °C), obtained from graphical interpolation is:  $\gamma=58,3$  dynes . cm<sup>-1</sup>. This value is considerably smaller than that for pure water at the same temperature and for sodium chloride in aqueous solutions at similar concentration of that present in synovial liquid. There is, thus decrease in the surface tension of the water amounting to about 20 %. The concentration of week electrolytes in the synovial fluid cannot explain this behavior. Because of this fact, we can suggest that  $\gamma$  decrease owing to the existence of some other substances - like hyaluronic acid-which can contribute to diminished the surface tension of the solvent. In future experiments we will try to confirm this assumption.



## **INTRODUCCIÓN**

Una propiedad muy importante que presentan los líquidos, y que los diferencian de los gases, es la tensión superficial. Considerando a los líquidos como un sistema material condensado, podemos decir que la tensión superficial es el resultado de las fuerzas de atracción, no totalmente compensadas (Cramer, 1984), que afecta a las moléculas que están en la superficie, a diferencia de lo que ocurre con aquellas que se encuentran en el seno de la masa fluida, donde se puede considerar que el sistema es “simétrico” en lo que se refiere a las fuerzas actuantes, lo que lleva a una resultante nula y por consiguiente el movimiento de las distintas partículas presentes solo responde a la agitación térmica. El presente trabajo se realiza con el objeto de medir el valor de este parámetro fisicoquímico a distintas temperaturas y obtener por interpolación gráfica el dato correspondiente a la temperatura media (38,5 °C) de esta especie animal. Se realizaron en total 100 determinaciones sobre 25 muestras, a temperaturas comprendidas entre 20,0 °C ± 0,1 °C y 40,0 °C ± 0,1 °C a intervalos de 5 °C.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### *Obtención de la muestra*

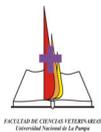
El líquido sinovial se obtuvo de la articulación de la babilla (fémoro-tibio-rotuliana) la cual fue abordada por la parte medial externa, a tres centímetros del borde de la rótula. En promedio se extrajeron entre cinco y siete cm<sup>3</sup> (5 y 7 cm<sup>3</sup>) por cada animal, empleándose para tal fin agujas 50/12 y jeringas de veinte cm<sup>3</sup> (20cm<sup>3</sup>). El líquido obtenido era de aspecto claro y sumamente viscoso, el cual era colocado en tubos de ensayo con tapa de baquelita a rosca, evitándose en lo posible el contacto con el aire. Todos los animales estudiados eran clínicamente sanos y la toma de muestra se realizó inmediatamente después de ser sacrificados. A continuación, todas las muestras fueron refrigeradas a dieciocho grados centígrados bajo cero (-18,0 °C), temperatura esta que fue mantenida durante su transporte. En el laboratorio una vez alcanzada la temperatura ambiente, se procedió a su filtración a través de papel de filtro N° 0859 de la casa Schleicher und Schüll y posterior centrifugación a 4.000 r.p.m. durante media hora.

### *Determinaciones fisicoquímicas*

La tensión superficial del líquido sinovial se determinó mediante el uso de un tensiómetro de Lecomte Du Noüy, provisto de cámara termostatzada. La constancia térmica se obtuvo mediante un termostato marca Lauda NB-D 8/17 provisto de bomba aspirante - impelente y con regulación de caudal. El equipo de medida se calibró con agua bidestilada, a temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, a intervalos de 5 °C. Los valores medios obtenidos para el agua se presentan en la tabla 1. Los mismos concuerdan satisfactoriamente, dentro de los límites del error experimental, con encontrados en la bibliografía (Handbook of Chemistry and Physics. Ed. The Chemical Rubber Publishing Co.). En lo que hace referencia al líquido sinovial los datos obtenidos se encuentran en la tabla 2.

## **RESULTADOS**

Los datos experimentales fueron procesados estadísticamente mediante el software Systat (Wilkinson, 1990). Del análisis de varianza se obtiene diferencias significativas entre los valores de tensión superficial a las distintas temperaturas de su determinación



para un valor de significación de 0,05. En la tabla 2 se presentan los valores medios hallados para las distintas temperaturas como así también su desviación standard.

La representación de la tensión superficial,  $\gamma$ , en función de la temperatura muestra una muy buena correlación lineal entre ambos parámetros ( $R^2 = 0.99$ ), cuya pendiente negativa vale 0,39. (Figura 1).

El valor de la tensión superficial a la temperatura media de esta especie animal (38,5 °C) resultó ser de 58,3 dinas . cm<sup>-1</sup>, notablemente menor que la del agua a la misma temperatura que es de 69,8 dinas . cm<sup>-1</sup>.

## DISCUSIÓN

De la curva de tensión superficial en función de la concentración para soluciones acuosas de cloruro de sodio y cloruro de potasio, a la temperatura de 20 °C, se desprende que la tensión superficial correspondiente a la disolución (por más pequeña que sea la concentración de soluto) es mayor que la del solvente puro a la misma temperatura, cosa que sucede con la mayor parte de los electrolitos fuertes (Maron y Prutton, 1968). En nuestro caso, el líquido sinovial se puede considerar, bajo el punto de vista fisicoquímico, como una disolución compleja de polielectrolitos: cloruro, fosfatos y bicarbonato de sodio, potasio, calcio y magnesio, por solo citar a las abundantes. Pero también se debe incluir al estado iónico a las proteínas como aniones proteínicos. Entre estos aniones de naturaleza compleja, debemos hacer una especial referencia al ácido hialurónico, un mucopolisacárido, que al pH correspondiente a un líquido fisiológico se encuentra como hialuronidato (Mellwraith y Trotter, 1996) de sodio, potasio, calcio, magnesio etc. Nuestros datos experimentales muestran, por interpolación, un valor de la tensión superficial a 20,0 °C de 65,4 dinas . cm<sup>-1</sup>, notablemente menor que la del agua a la misma temperatura que es de 72,2 dinas . cm<sup>-1</sup> y menor aún que el correspondiente a una solución acuosa de cloruro de sodio al 6%, concentración similar a la que presenta en el líquido sinovial.

## CONCLUSIONES

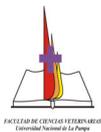
Es sabido que los electrolitos débiles disminuyen la tensión superficial del agua, pero la concentración de los mismos, presentes en el líquido sinovial, no pareciera ser la responsable de compensar y aún revertir la influencia sobre los valores de la tensión superficial. Creemos que debe haber presente en este fluido biológico una sustancia de fuerte acción tensoactiva (sustancia batótona) que quizá pudiera ser el ácido hialorónico. En posteriores trabajos trataremos de aclarar este tema.

## BIBLIOGRAFÍA

**Systat 10. Wilkinson (1990).**

**Carrozza, J. S. W.; Noia, M. A.; Frígoli, A. E.; Miguel, M.; González, C.; Anconitani, M.; Cura, S.** Constantes Bio-fisicoquímicas del líquido sinovial de bovinos. Parte I: Ionograma y Proteínas totales. Avances en Medicina Veterinaria (en prensa).

**Cramer, A. H. 1984.** Física para las ciencias de la vida". Ed. Reverté, Bs. As. 2a Ed. pág 206-207.



**Handbook of Chemistry and Physics.** Ed. The Chemical Rubber Publishing Co. 48° Ed.; F 29.

**Mellwraith, C. W.; Trotter, G. W. 1996.** Joint Disease in the Horse. Ed. Sunders Co., Cap. 15.

**Maron, S. H.; Prutton, C. F. 1968.** Fundamentos de Fisicoquímica. Ed. Limusa Wiley. Cap. 20; pág. 813-814.

Tabla 1. Tensión superficial del agua a distintas temperaturas, a) Obtenido en laboratorio, b) Datos del handbook of chemistry and physics.

TEMPERATURA °C	TENSIÓN SUPERFICIAL (dinas . cm <sup>-1</sup> )	
	a	b
15,0	73,4 ± 0,1 Sx +/- 0,2	73,5 ± 0,1
20,0	72,2 Sx +/- 0,4	72,8
25,0	71,5 Sx +/- 0,1	72,0
30,0	71,1 Sx +/- 0,2	71,2
35,0	70,9 Sx +/- 0,3	70,6
40,0	70,3 Sx +/- 0,2	70,0

Tabla 2. Tensión superficial del líquido sinovial de bovinos a diferentes temperaturas.

TEMPERATURA °C	PROMEDIO (dinas . cm <sup>-1</sup> )	DESVIACIÓN STANDARD
20,0	65,3	0,4
25,0	63,4	0,3
30,0	61,5	0,2
35,0	59,6	0,4
40,0	57,6	0,2

Figura 1. Gráfico comparativo de la tensión superficial del agua ( ) y el líquido sinovial de bovinos ( )

