

Instituto de Química Física, «A. de Gregorio Rocasolano».
Sección de Química Física Biológica.
Laboratorio de Físicoquímica de la Facultad de Farmacia.
Santiago de Compostela

Valores de las constantes físico-químicas de la bilis humana en diferentes estados normales y patológicos

por S. García Fernández

(Recibido para publicar el 18 de marzo de 1953)

En trabajos anteriores (1) hemos señalado la importancia que representa el conocimiento de las constantes fisicoquímicas de la bilis, así como los valores obtenidos para ellas en una muestra, y las características que presentan.

Con el fin de comprobar los resultados obtenidos en la primera muestra examinada, o estudiar su posible variación, hicimos las mismas determinaciones en otras bilis procedentes de distintos individuos obteniendo los resultados que exponemos a continuación:

Bilis núm. 2

Extraída por sondaje duodenal de una mujer cuya historia clínica es: Edad: 18 años. Estado: soltera. Profesión: sus labores. Diagnóstico: úlcera gástrica.

Análisis del jugo gástrico

Vol. extraído en ayunas... ..	10 c.c.
Ac. libre	0
Acidez combinada	0'18
Acidez total	0'18

Después del desayuno :

<u>Tiempo</u>	<u>Vol</u>	<u>Ac. lib.</u>	<u>Ac. com</u>	<u>Ac. total</u>
15 m	10	0'32	0'09	0'41
30	»	0'69	0'27	0'96
45	»	0'10	0'17	0'27
60	»	0	0'36	0'36

Tratamiento: Bellergal y dietético a base de papilla, purés sopas de leche, etc.

La bilis extraída, en especial la bilis A presenta un color ligeramente rojizo.

Las constantes correspondientes a esta muestra se encuentran reunidas en las tablas I, II, III, IV, V y VI. En las figuras I, II y III se presenta la variación de la viscosidad relativa con la concentración y las de la tensión superficial y conductividad con la dilución.

En todas las gráficas se pone de manifiesto que, para las tres constantes hay una zona comprendida entre las diluciones 1:100 y 1:200, en la cual se producen variaciones en la marcha de las curvas. Con objeto de poner esto de manifiesto más claramente se ha rayado dicha zona.

Es digno de consignar el hecho de que en la bilis A y C, coincidiendo con un contenido casi idéntico de sales biliares, el valor de la tensión superficial de la nuestra original (dilución 0) es muy próximo (37'09 y 36'56, respectivamente), observándose, por el contrario, en las diluciones sucesivas unos valores poco concordantes, pues mientras en la bilis A hay un aumento bastante acusado de la tensión superficial hasta la dilución 1:2000, en la bilis C, a partir de la dilución 1:200, se mantiene ya prácticamente constante, como se pone de manifiesto en la gráfica correspondiente.

En la bilis B, con un contenido en sales biliares más del doble que la A y la C, la tensión superficial, que debido a la acción tensoactiva de aquellas sales debía tener un valor mucho menor, lo presenta, por el contrario, bastante más elevado. Esto parece confirmar la hipótesis de que en el sistema coloidal complejo que es la bilis, existe algún mecanismo de regulación de la tensión superficial que impide, por consiguiente, el que se pueda establecer una correspondencia entre el valor de aquélla y el contenido en sales biliares.

Otra irregularidad de esta muestra es que aparece un valor algo más elevado de la viscosidad en la bilis A que en la B.

Respecto a la conductividad, los valores obtenidos no acusan ninguna particularidad especial. Como en la mayoría de los casos corresponde el valor más elevado de X a la bilis A y C.

En el pH se observa un ligero aumento de la acidez.

Las gráficas correspondientes al índice de espuma, se encuentran reunidas en la figura IV, y se ve en ellas que son análogas a las de la muestra I. Constan de una primera porción recta de gran pendiente, especialmente en las bilis sin diluir, que comprende hasta unos 20 sg. de drenaje del líquido. A partir de este

T A B L A I (Bilis A)

Dilución	Densidad	η_a	η_r	σ	$\times 10^{-4}$	pH	Sal biliar %
0	1'0141	0'897	1'295	37'09	106'8	6'5	0'19
1 : 10	1'0052	0'759	1'096	50'41	15'43	6'7	
1 : 50	0'9940	0'722	1'043	60'19	3'387	6'7	
1 : 100	0'9961	0'744	1'074	58'96	1'462	7'1	
1 : 200	0'9936	0'738	1'066	62'04	0'694	6'9	
1 : 500	0'9937	0'732	1'057	62'66	0'690	6'9	
1 : 1000	0'9934	0'736	1'063	66'34	0'309	6'9	
1 : 2000	0'9933	0'744	1'074	70'86	0'174	7'1	

T A B L A II (Bilis B)

0	1'0186	0'883	1'275	44'82	79'37	7'2	0'45
1 : 10	1'0080	0'751	1'084	52'86	8'415	7'4	
1 : 50	0'9985	0'741	1'069	65'12	2'525	7'2	
1 : 100	0'9958	0'759	1'096	69'71	1'069	7'2	
1 : 200	0'9945	0'758	1'094	69'13	0'555	7'1	
1 : 500	0'9940	0'736	1'064	68'55	0'534	7'4	
1 : 1000	0'9935	0'744	1'074	68'55	0'448	7'1	
1 : 2000	0'9936	0'745	1'077	68'05	0'252	6'8	

T A B L A III (Bilis C)

0	0'9989	0'856	1'236	36'56	84'18	6'3	0'19
1 : 10	0'9939	0'749	1'081	57'89	10'68	5'8	
1 : 50	0'9952	0'749	1'081	65'07	2'417	6'5	
1 : 100	0'9931	0'750	1'083	66'12	1'462	7'1	
1 : 200	0'9932	0'735	1'061	67'05	0'646	6'9	
1 : 500	0'9933	0'722	1'042	65'69	0'448	6'9	
1 : 1000	0'9931	0'740	1'068	66'0	0'448	6'9	
1 : 2000	0'9933	0'741	1'071	66'82	0'259	6'9	

punto sufren un cambio más o menos acusado, para continuar después otra variación rectilínea de suave pendiente.

Mayores alteraciones se presentan en el tiempo de espuma, ya que en su valor se observa un aumento considerable para la bilis B dil 1 : 10 en relación con la dilución 0.

TABLA V

Bilis A. Dil 0 P=120; d=28; t=5; Va=800 cc.					Bilis A. Dil 1:15 P=100; d=23; t=3,30; Va=525 c.				
T	V'	V	lgV	Ie	T	V'	V	lgV	Ie
	0				0	0	5	0'6989	
0	0'5	4'5	0'6483		3	0'5	4'5	0'6483	31'5
4	1	4	0'6020	38'7	11	1	4	0'6020	49'3
6	1'5	3'5	0'5440	24'4	19	1'5	3'5	0'5440	54'2
9	2	3	0'4771	22'2	35	2	3	0'4771	69'1
13	2'5	2'5	0'3979	22'1	58	2'5	2'5	0'3979	85'2
29	3	2	0'3010	32'9	101	3	2	0'3010	110'3
90	3'5	1'5	0'1761	82'0	232	3'5	1'5	0'1761	184'8
256	4	1	0'0000	170'3	350	4	1	0'0000	217'7
2636	4'5	0'5	1'6989	1201'0	987	4'5	0'5	1'6989	429'1

TABLA V

Bilis B. Dil 0 P=100; d=41; t=5; Va=950 cc.					Bilis B. Dil 1:10 P=100; d=23; t=4,30; Va=620 cc.				
T	V'	V	lgV	Ie	T	V'	V	lgV	Ie
	0					0			
	0'5				2	0'5	4'5	0'6483	22'
	1				5	1	4	0'6020	22'4
5	1'5	3'5	0'5440	20'2	10	1'5	3'5	0'5440	28'5
11	2	3	0'4771	27'1	19	2	3	0'4771	37'5
16	2'5	3'5	0'3979	27'2	36	2'5	2'5	0'3979	52'0
30	3	2	0'3010	34'0	71	3	2	0'3010	77'5
82	3'5	1'5	0'1761	74'7	115	3'5	1'5	0'1761	95'7
222	4	1	0'0000	147'7	160	4	1	0'0000	99'5
675	4'5	0'5	1'6989	307'5	253	4'5	1'5	0'6989	110'0

TABLA VI

Bilis C. Dil. 0 P=110; d=35; t=9; Va=1375 cc.					Tiempo de espuma		
T	V'	V	lgV	Ie	Bilis	Te en segundos	
						Dil. 0	Dil. 1:10
	0						
	0'5				A	780	764
	1				B	269	669
	1'5				C	4.512	No da espuma
3	2	3	0'4771	20'2			
10	2'5	2'5	0'3979	29'8			
20	3	2	0'3010	35'5			
45	3'5	1'5	0'1761	53'3			
253	4	1	0'0000	206'1			
	4'5						

T A B L A V I I (Bilis A)

Dilución	Densidad	η_a	η_r	σ	$X 10^{-4}$	pH	Sal biliar %
0	1'0103	0'865	1'255	32'26	168'3	6'7	0'38
1:10	1'0025	0'752	1'087	46'77	26'25	6'8	
1:50	0'9952	0'738	1'065	56'54	20'39	6'6	
1:100	0'9941	0'747	1'078	58'96	3'610	7'2	
1:200	0'9950	0'754	1'080	65'95	1'990	6'9	
1:500	0'9937	0'746	1'076	66'95	0'812	6'9	
1:1000	0'9934	0'740	1'068	67'57	0'350	6'9	
1:2000	0'9933	0'736	1'062	66'95	0'220	7'0	

T A B L A V I I I (Bilis B)

0	1'0132	0'876	1'270	35'83	150'2	7'5	0'50
1:10	1'0054	0'782	1'129	33'52	17'36	7'2	
1:50	0'9973	0'765	1'105	57'20	3'969	6'9	
1:100	0'9951	0'760	1'098	61'44	2'723	7'2	
1:500	0'9935	0'751	1'084	67'57	0'470	6'9	
1:1000	0'9940	0'731	1'056	68'17	0'327	6'8	
1:2000	0'9938	0'729	1'057	67'57	0'210	6'7	

T A B L A X I (Bilis A)

0	1'0555	1'074	4'020	4'020	163'4	7'7	0'14
1:5	1'0109	0'768	1.109	42'63	77'16	7'6	
1:10	1'0092	0'761	1'099	47'16	54'47	6'9	
1:25	1'0032	0'793	1'145	49'85	24'15	6'8	
1:50	1'0008	0'734	1'060	54'06	14'62	7'2	
1:100	1'0007	0'745	1'076	63'63	7'510	7'2	
1:200	1'0002	0'746	1'077	63'08	4'790	6'6	
1:500	1'0014	0'749	1'081	64'02	1'630	6'4	
1:1000	0'9998	0'751	1'084	67'61	1'320	6'9	
1:2000	1'0000	0'745	1'076	68'15	0'89	7'2	

T A B L A X I V

0	1'0622	1'039	1'573	38'01	555'6	6'8	0'33
1:10	1'0418	0'795	1'148	40'19	92'60	6'7	
1:50	0'9991	0'780	1'126	52'99	30'20	6'5	
1:100	0'9974	0'770	1'112	63'40	24'8	6'7	
1:200	0'9943	0'729	1'053	64'42	8'460	7'0	
1:500	0'9945	0'745	1'076	69'28	3'780	6'9	
1:1000	0'9930	0'720	1'040	67'9	2'130	6'8	
1:2000	0'9930	0'711	1'027	68'2	1'420	6'9	

T A B L A X V (Bilis vesicular)

0	1'0312	2'342	2'685	38'82	92'60	7'5	3'5
1:10	1'0095	0'870	1'256	44'27	12'62	7'1	
1:50	0'9984	0'795	1'148	47'97	3'193	7'1	
1:100	0'9965	0'761	1'099	51'64	1'984	7'2	
1:200	0'9943	0'729	1'053	52'24	1'157	6'9	
1:500	0'9937	0'746	1'077	54'12	0'654	7'1	
1:1000	0'9936	0'734	1'060	64'49	0'471	7'1	
1:2000	0'9933	0'731	1'056	63'71	0'414	7'1	

T A B L A I X

Bilis A. Dil 0					Bilis A. Dil 1:10				
P = 180; d = 30; t = 9; V _a = 1530 cc.					P = 115; d = 30; t = 9; V _a = 1530 cc.				
T	V'	V	1gV	Ie	T	V'	V	1gV	Ie
	0					0			
	0'5				3	0'5	4'5	0'6483	31'5
	1				6	1	4	0'6020	39'9
4	1'5	3'5	0'5440	30'5		1'5	3'5	0'5440	
10	2	3	0'4771	35'0	19	2	3	0'4771	35'5
18	2'5	2'5	0'3979	38'3	32	2'5	2'5	0'3979	46'2
38	3	2	0'3010	54'7	61	3	2	0'3010	66'6
98	3'5	1'5	0'1761	100'2	107	3'5	1'5	0'1761	88'9
262	4	1	0'0000	189'9	210	4	1	0'0000	155'4
					761	4'5	0'5	1'6989	330'8

T A B L A X

Bilis B. Dil 1:10					Tiempo de espuma		
P = 95; d = 23; t = 8; V _a = 11600 cc.					T. en segundos		
T	V'	V	1gV	Ie	Bilis	Dil. 0	Dil. 1:10
0					A	8985	17.223
4	0'5	4'5	0'6483	42'0	B		22.215
7'5	1	4	0'6020	33'6			
12	1'5	3'5	0'5440	34'2			
21	2	3	0'4771	41'4			
38	2'5	2'5	0'3979	54'8			
63	3	2	0'3010	68'8			
114	3'5	1'5	0'1761	94'8			
211	4	1	0'0000	131'2			
460	4'5	0'5		200'			

T A B L A X I I

Bilis A. Dil. 0					Bilis A. Dil. 1:5				
P = 82; d = 10; t = 8; V _a = 920 cc.					P = 100; d = 12; t = 9; V _a = 1080 cc.				
T	V'	V	1gV	Ie	T	V'	V	1gV	Ie
	0					0			
	0'5					0'5			
	1					1			
3	1'5	3'5	0'5440	22'9		1'5			
7	2	3	0'4771	24'5		2			
14	2'5	2'5	0'3979	29'8		2'5			
36	3	2	0'3010	54'8	5	3	2	0'3010	25
83	3'5	1'5	0'1761	34'94	30	3'5	1'5	0'1761	59
187	4	1	0'0000	138'19	91	4	1	0'0000	98
405	4'5	0'5	1'6989	190'6	434	4'5	0'5	1'6989	

TABLA XIII

Bilis A. Dil. 1:10 P = 138; d = 15; t = 3; V _a = 390 cc.					Tiempo de espuma			
T	V'	V	lgV	le	Bilis	T. en segundos		
						Dil. 0	Dil. 1:5	di
	0				A	13.375	2321	33
	0'5							
	1							
	1'5							
	2							
6	2'5	2'5	0'3979	32'94				
12	3	2	0'3010	29'63				
40	3'5	1'5	0'1761	57'76				
422	4	1	0'0000	423'1				
	4'5							

TABLA XIV

P = 85; d = 18; t = 3; V _a = 420 cc.				
T	V'	V	lgV	le
	0			
	0'5			
5	1	4	0'6020	48'4
10	1'5	3'5	0'5440	40'5
17	2	3	0'4771	41'9
33	2'5	2'5	0'3979	54'4
65	3	2	0'3010	73'8
11	3'5	1'5	0'1761	101'1
430	4	1	0'0000	286'2
	4'5	0'5		

Tiempo de espuma en segundos
Dil. 0. 260 seg.

Bilis núm. 3

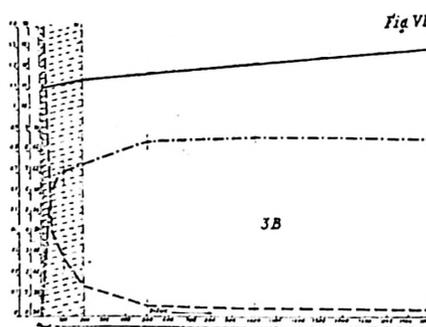
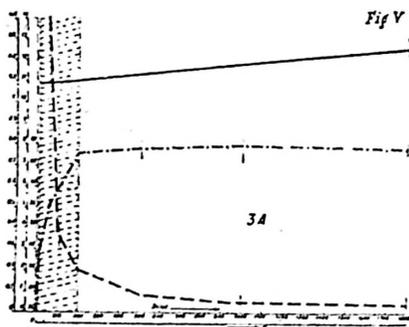
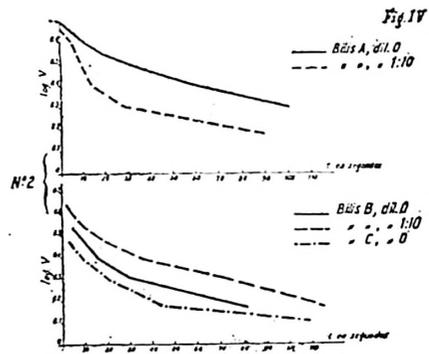
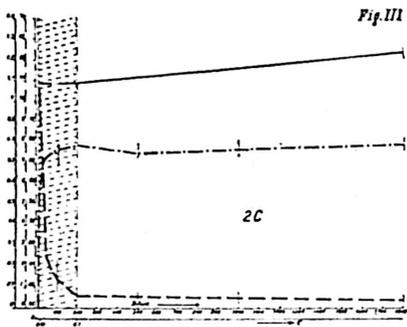
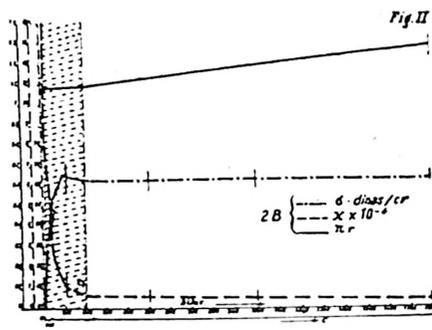
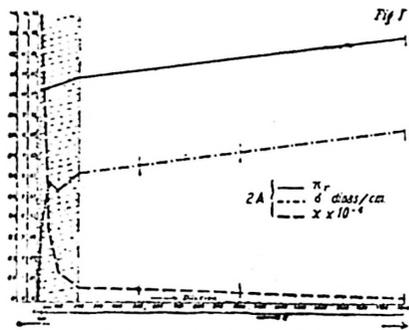
Extraída por el mismo procedimiento que las anteriores de una mujer con la historia clínica siguiente:

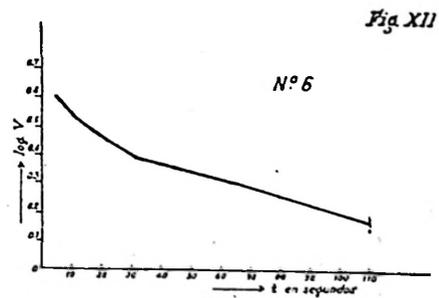
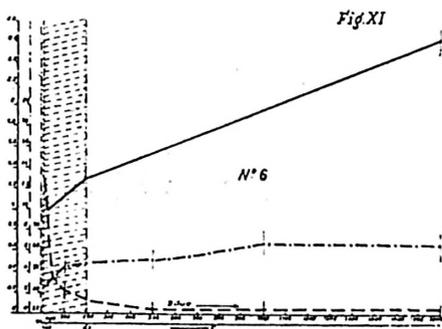
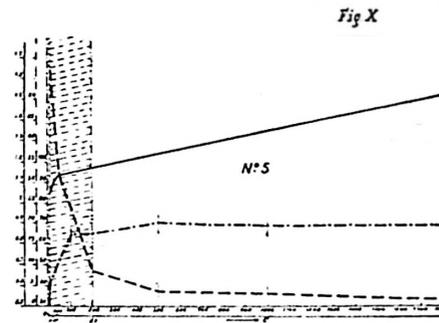
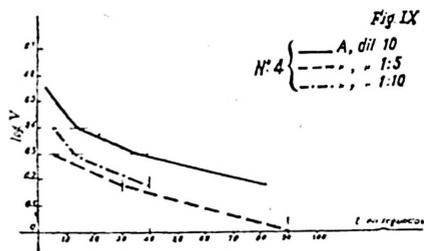
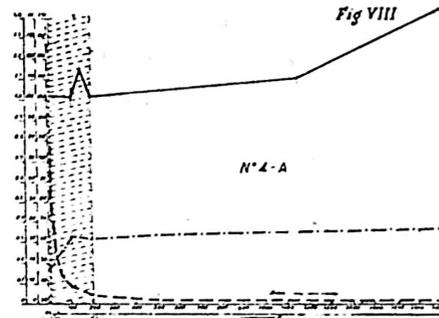
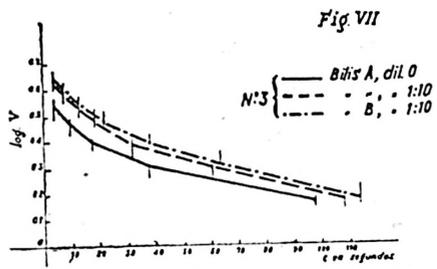
Edad: 14 años. Estado: soltera. Profesión: sus labores. Diagnóstico: tuberculosis pulmonar.

Durante la extracción no hubo respuesta a la bilis C.

En las tablas VII, VIII, IX y X, se hallan los resultados obtenidos para las constantes de las bilis A y B, y su representación gráfica en las figuras V, VI y VII.

Los valores de la mayoría de las constantes y su variación





con la dilución, responden en esta bilis al tipo general ya expuesto, siendo solamente notable el contenido elevado en sales biliares que presenta especialmente la bilis A y el tiempo de espuma también elevado.

No se consigna el valor de esta constante para la bilis B, sin diluir, porque debido a la pequeña cantidad de líquido de que se disponía no fué posible realizar la medida.

Bilis núm. 4

Extraída de un hombre cuya historia clínica es :

Edad : 33 años. Estado : casado. Profesión : aserrador. Diagnóstico : colecistitis crónica. Antecedentes personales : cólicos y diarreas frecuentes con dolores en epigástrico.

Durante el sondaje no hubo respuesta a las bilis B y C ; por este motivo damos solamente las constantes de la A, en las tablas XI, XII y XIII y en las figuras VIII-IX.

Se observa en esta bilis un valor muy elevado de la densidad y de la viscosidad. En la viscosidad se ve en la gráfica, mejor que en la propia tabla de valores, variaciones bastante considerables con la concentración incluso fuera ya de la zona que venimos considerando como propia de dichos cambios y que por ello hemos punteado en las representaciones gráficas.

El contenido en sales es algo bajo y el pH acusa una mayor alcalinidad que el que suele tener la bilis A en la mayoría de los casos.

El tiempo de espuma es también elevado, no presentándose en el índice de espuma ninguna anormalidad.

Bilis núm. 5

En esta muestra se hace el estudio de las constantes en la mezcla de los tres tipos de bilis (A, B y C) extraídas de un hombre que responde a la historia clínica siguiente :

Edad : 45 años. Estado : casado. Profesión : labrador. Diagnóstico : insuficiencia mitral.

Debido a la pequeña cantidad de líquido obtenido no fué posible determinar el índice y el tiempo de espuma.

En la tabla XIV se encuentran los números hallados para las constantes de esta muestra, y en la figura X, la representación gráfica de su variación en función de la dilución y concentración.

Se observa en este caso, un valor muy elevado para la densidad que rebasa incluso el que normalmente presenta la bilis extraída directamente de la vesícula.

La viscosidad y conductividad principalmente en la bilis sin

diluir tienen también una magnitud bastante más alta que lo normal, al contrario de lo que ocurre con la tensión superficial, pH y sales biliares que apenas acusan variación.

Bilis núm. 6

Se determinaron, finalmente, las constantes de una bilis extraída directamente de la vesícula al verificar la autopsia de un hombre muerto en accidente. Los resultados son los de las tablas XV y XVI, encontrándose las gráficas correspondientes en las figuras XI y XII.

Es de notar en esta muestra : 1.º Una densidad relativamente baja tratándose de bilis vesicular. 2.º Un fuerte descenso que experimenta la viscosidad en la primera dilución. 3.º La escasa disminución de la tensión superficial en la dilución 0, a pesar del considerable aumento de sales biliares y su elevación lenta con la dilución. 4.º Una menor conductividad y, finalmente, una mayor alcalinidad.

La gráfica correspondiente al índice de espuma, pone de manifiesto en este caso una mayor regularidad ajustándose, con la excepción de los dos primeros puntos, a la ecuación exponencial que sirve para calcularlo.

El tiempo de espuma es bastante bajo y no se forma espuma persistente más que en la muestra original. Esto parece indicar que en los valores de estas constantes, así como en el de la tensión superficial influyen, además de las sales, los demás componentes biliares. Por esto creemos que no se pueden sacar conclusiones definitivas sobre el papel que desempeña la bilis y la influencia que en él tienen las sales biliares por un estudio de las soluciones puras de aquéllas, pues aún las constantes que están en íntima relación con la cantidad de sales presentes, cuando se trata de la propia bilis, acusa con frecuencia variaciones considerables.

Conclusiones

El examen de los valores obtenidos para las constantes físico-químicas de la bilis y sus diluciones en las diferentes muestras estudiadas nos conducen a las siguientes conclusiones :

1.º Que, tanto la tensión superficial como la conductividad y viscosidad acusan en todos los casos y, aproximadamente entre las mismas concentraciones, variaciones de tipo no lineal, lo que parece indicar, que a dichas concentraciones tiene lugar un cambio en la estructura interna de las soluciones.

2.º Que no existe relación entre el contenido en sales biliares principales componentes tensoactivos de la secreción biliar, y la tensión superficial de ésta.

3.º Que en el índice de espuma se presentan ciertas variaciones en relación con la fórmula exponencial que sirve para determinarlo, lo que puede ser debido a que para determinadas concentraciones se produzcan alteraciones en el complejo sistema coloidal que forma la bilis.

Y 4.º Se observan pequeñas variaciones en los valores de las constantes de muestras procedentes de diversos casos patológicos.

Summary

Physico-chemical features of diverse samples of bile are studied in different conditions of dilution.

Surface tension, conductivity and viscosity of bile at a determined dilutions do not change in proportion to the variation of concentration, thus indicating a change in the internal structure of the solution. A similar lack of regularity in changes of spume-index is found in relation to its mathematical determination.

A strict relation between surface tension and the contents of biliar salts is not observed.

Only slight variations are observed in different samples of bile.

Bibliografía

- (1) *Anal. Soc. Fisic.-Quim.*: XLVIII, 321, 1952.