

百科小叢書

生理化學

劉貽德編著

王雲五主編

商務印書館發行

百科小叢書

生 理 化 學

劉貽德編著

王雲五主編

商務印書館發行

赫 序

Je crois que les éléments de Chimie physiologique publiée par M. Lieou J-té sont appelés non seulement à rendre service aux étudiants en médecine, mais ils les intéresseront eux et ceux qui ont une culture générale

Nous ignorons ce qu' est la vie et nous ne la connaissons que par ses effets, assimilation, desassimilation, absorption etc. L'étude de ces phénomènes intéresse donc non seulement le médecin mais le biologiste qui veut étudier plus profondément les manifestations de la vie dans le monde actuel.

Nous souhaitons à cet ouvrage de se répandre dans tous les milieux cultivés et spécialement chez les étudiants en médecine.

J. Hernault

目 次

第一章	緒論	1
第二章	無機鹽	3
第三章	氣體	7
第四章	脂肪	10
第五章	碳水化合物	16
第六章	蛋白質	25
第七章	酵素	41
第八章	血液	43
第九章	組織	60
第十章	膽汁	68
第十一章	唾液	78
第十二章	胃液	81
第十三章	胰液	87
第十四章	腸液	92
第十五章	尿	94

生理化學

第一章 緒論

(一)生理化學 化學家拉瓦錫(Lavoisier)說過:生命者繼續不停之化學現象耳 (La vie n'est qu'un ensemble de phénomènes chimiques continus.) 生理學乃研究生命現象之科學,對於生命基礎的化學有極密切的關係,尤其關於營養方面的生理,差不多時時刻刻都要用到化學;所以在研究生理以前,對於化學非有相當的認識不可。但是化學的範圍非常廣大,與生理學有密切關係的只其中一部份而已,研究這一部份化學的科學便是生理化學(chimie physiologique)。

(二)構成原形質的元素 原形質 (protoplasme) 是生命的基礎物質,原形質的活動便是生命的表現;原形質的停止活動便是死的表示。因為不停止的活動,所以關於牠的構造很難有精確的決定。構成原形質的元素有碳、氫、氧、氮、硫、磷、氯、碘、氟、矽、鉀、鈉、鈣、鎂、鐵、等十五種,這十五種元素都是最易見的普通元素,所值得注意的便是牠們的原子量(poids atomique)。

這許多元素的原子量大都很小，在門特列夫(Mendelejeff)週期表裏面多是位在最前幾列。下表便指示此等元素在門氏週期表所佔的位置。

1	H=1							
2	Li=7	Be=9.2	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	Sc=45.1	Ti=48	V=51	Cr=52.4	Mn=55	Fe=56 Ni=58.8 Co=58.8

原子量的大小對於生理上又有什麼關係呢？據愛海拉氏(Leo Errera)的意思是：原子量愈小的元素比熱也愈大，並且又大多為熱與電的不良導體(dulong et petit, regnault, kapp, marignac)；如果原形質的比熱大，對於溫度的變化便更易於適應。此外，凡原子量較小的元素所結合成的分子多易為熱所分解，原形質的所以不穩定，對於原子量的大小不能說全無關係。

各種元素以不同的分量和方式互相結合，構成無機鹽，脂肪，蛋白質……種種化合物。由這許多化合物互相混合，構成生命基礎的原形質，構成組織，構成器官，構成整個體軀。以下再分章述明。

第二章 無機鹽

第一節 無機鹽之分佈狀況

氯化物 人體內氯化物有 NaCl , KCl , NH_4Cl , CaCl_2 等多種, NaCl , KCl , 最爲普通, 任何組織皆含有少許, NH_4Cl 比較少見, CaCl_2 爲骨塊與齒牙特有, HCl 則存在胃液內。

二氟化鈣(CaF_2)存在骨塊及齒牙內, 齒罩 (emaille) 含量最多。

硫酸鹽 有 Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CaSO_4 等數種, 多數組織與體液皆各含微量。

磷酸鹽 尿內有 H_2NaPO_4 , 其他組織及體液多含 HNa_2PO_4 , HK_2PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, MgNH_4PO_4 存在骨塊齒牙內。

矽酸鹽 毛髮含有微量

無機鹽之存量隨組織而異, 茲將各種組織與體液所含之無機鹽與水之百分數列表如後:

類	別	水	份	無	機	鹽
唾	液	99.5		0.2		
胃	液	99.4		0.3		
水	狀	98.7		0.77		
玻	璃	98.6		0.88		
	汗	98		0.7		
	尿	95		1.5		
關	節	滑	液	93-95		0.9
胰	液	(犬)	90			0.8
血		漿	89			0.85
乳		(人)	88			0.2
膽		汁	85-88			0.7
腦		(皮質)	83			0.5-1
肌		肉	75			1
腦		(白色物質)	69			0.5-1
肋	軟	骨	67			2
水	晶	體	64			0.75
紅	血	珠	60			0.7
	骨		11-14			55-60
齒		罩	3			96.4

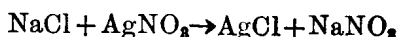
第二節 幾種主要無機鹽之性質及其定量分析

(一) 氯化物 氯化鹼金屬 (NaCl , KCl , NH_4Cl 等)

與氯化鹼土金屬 (CaCl_2 , BaCl_2 等) 均溶於水, 一百份水於十五度時可溶氯化鈉三十六份, 氯化鉀三十三份, 於一百度時, 可溶氯化鈉四十份氯化鉀六十份。氯化鈉與氯化鉀均不溶於純酒精。

於氯化物之水溶液內加硝酸少許，使呈酸性反應，再加硝酸銀，則得氯化銀之白色沉澱。氯化銀不溶於硝酸，但溶於氨溶液，遇光便變為黑色。

氯化物之定量分析 將組織乾燥再灼熱後，取其餘灰摻入開水，使氯化物溶解，復過濾之，除去不溶解之殘滓。於濾液內加硝酸微量，使呈酸反應，再加硝酸銀至沉澱完全為止，將沉澱濾出，並洗滌之，洗滌完全後，放入坩堝燒灼。一部份氯化銀與濾紙之碳素作用，還原為金屬銀，故於燒灼終了，坩堝放冷後，加硝酸一滴，使金屬銀化為硝酸銀，再加鹽酸一滴，使硝酸銀沉澱為氯化銀，然後徐徐加熱，驅除過剩之硝酸與鹽酸。知氯化銀之重量則氯化物可按照下列反應而推求之。



(二)磷酸鹽 磷酸鹼金屬鹽可溶於水而不溶於酒精，磷酸鈣既不溶於水又不溶於酒精，但溶於鹽酸或醋酸，磷酸鐵(PO_4Fe)不溶水亦不溶於醋酸，但溶於鹽酸，

磷酸鹽之定量分析 取組織之餘灰溶入鹽酸(0.5%)徐徐加熱，但不能使之沸騰。放冷後加多量之 NH_4Cl ， NH_4OH ， MgCl_2 ，至沉澱完全為止。所得沉澱用稀氨溶液洗滌(濃氨溶液一份，蒸餾水二份)。洗滌完全之沉澱經乾燥而入坩堝燒灼。

燒灼完全後，放冷而秤其重量，所得者爲 $P_2O_7Mg_2$ 。 $P_2O_7Mg_2$ 一克(gramme) 約合 H_3PO_4 0.86485 克。

(三)硫酸鹽 K_2SO_4 , Na_2SO_4 , $CaSO_4$ 皆易溶於水，不溶於酒精。當組織燒灼之際，有機物分解，放出碳素，碳素與硫酸鹽作用，使分解爲硫化物(CaS , Na_2S , ……)。故於燒灼終結時，應加硝酸數滴，使還原爲硫酸鹽。

硫酸鹽之定量分析 取組織餘灰之溶液，加醋酸或鹽酸少許(0.5%)使成酸性反應；若溶液內有碳酸鹽，則生二氧化碳，故注入醋酸或鹽酸時，應徐徐進行，免生泡騰。次加多量氯化鉍，得白色之硫酸鉍沉澱。初生之硫酸鉍爲極細之粉粒，常透過濾紙，故須隔水熱之，約一二小時，使結成較粗之粉粒，然後再行濾過。沉澱先用鹽酸或醋酸(1%)洗滌，次用開水洗滌，洗滌完全後，乾燥而燒灼之。因燒灼關係，濾紙之碳素與硫酸鉍作用，使還原爲硫化鉍，故燒灼終結前，加硝酸數滴，然後再經第二次之燒灼，驅除過剩之硝酸。知硫酸鉍之重量可推知硫酸，硫酸鉍一克合硫酸 0.4205 克

(四)碳酸鹽 動物組織含碳酸鹽較少，所見者又多爲碳酸鹼金屬鹽，溶於水，不溶於酒精，與酸類作用則放出二氧化碳，知二氧化碳之重量，則碳酸鹽可推而定之。

第三章 氣體

任何體液（血液、淋巴……等）都溶有氧、氮與二氧化碳三種氣體。提取這三種氣體的簡便方法有真空與沸騰兩種。欲知所得氣體之容積，應備玻璃刻管一枝，汞槽一只。將玻璃管充滿水銀倒插汞槽內，水銀下降，管之上部遂成真空，將取得之氣體由管之下端導入，將玻璃管下按，使管內水銀面與管外水銀面相平，此時管內氣體施於水銀面之壓力與管外大氣壓力相等。設 V 為管內氣體之容積， H 為大氣之壓力， T 為實驗時之溫度， F 為水蒸氣在 T 度時之最大壓力（tension maxima）， α 為氣體之膨脹係數（ $\alpha=0.003665$ ），則當大氣壓力為 760 毫米（milimètre）水銀柱，溫度為 0° 時應佔之容積為：

$$V_0 = V \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760}$$

V 為氧、氮、二氧化碳三種氣體之總共體積，如欲求三種氣體之分別容積可依下法進行：

用彎曲之玻璃管或注射針由刻管之下端注入氫氧化鉀

(7-8%)○·三至○·五立方厘米(Cm³)。輕輕振動刻度管，使二氧化碳被氫氧化鉀吸收，吸收完全後，所餘氣體容積 V' 爲氧與氮之總共容積。

$$V_0' = V' \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760}$$

次由刻管下端注入焦性沒食子酸少許，焦性沒食子酸與先前注入之氫氧化鉀化合，形成焦性沒食子酸鉀，爲氧氣之吸收劑。待氧之吸收完全後，刻管內所存在僅氮矣，設爲 V'' 則 V_0'' 應爲：

$$V_0'' = V'' \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760}$$

氮之體積爲 V_0'' 。氧之容積爲：

$$V_0' - V_0'' = (V' - V'') \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760}$$

二氧化碳之容積應爲：

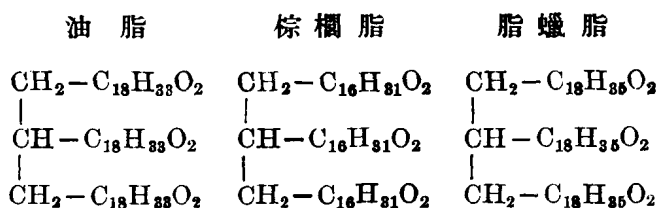
$$V_0 - V_0' = (V - V') \times \frac{1}{1 + \alpha T} \times \frac{H - F}{760}$$

附表：水蒸氣之最大壓力（單位：毫米水銀柱）

溫 度	壓 力	溫 度	壓 力	溫 度	壓 力
-10	2.15	31	33.4	68	214
5	3.16	32	35.3	69	223
4	3.40	33	37.4	70	233
3	3.67	34	39.5	71	244
2	3.95	35	41.8	72	254
-1	4.25	36	44.1	73	265
0	4.57	37	46.7	74	277
+1	4.91	38	49.2	75	289
2	5.27	39	52	76	301
3	5.66	40	54.9	77	314
4	6.07	41	57.9	78	327
5	6.51	42	61	79	340
6	6.97	43	64.3	80	354
7	7.47	44	67.7	81	369
8	8.0	45	71.4	82	385
9	8.5	46	75.1	83	400
10	9.1	47	79.1	84	416
11	9.8	48	83.2	85	433
12	10.4	49	87.5	86	450
13	11.1	50	92.0	87	468
14	11.9	51	96.7	88	487
15	12.7	52	101.5	89	506
16	13.5	53	106.7	90	525
17	14.4	54	112.0	91	546
18	15.3	55	117.5	92	567
19	16.3	56	123.3	93	588
20	17.4	57	129.3	94	611
21	18.5	58	135.6	95	634
22	19.6	59	142.1	96	657
23	20.8	60	148.9	97	682
24	22.1	61	156.0	98	707
25	23.5	62	163.3	99	733.2
26	25	63	170.9	100	760
27	26.5	64	178.9	101	787.7
28	28.1	65	187.1	102	816
29	29.7	66	195.7	103	845
30	31.5	67	205	104	875

第四章 脂肪

脂肪爲脂酸(acides gras)與甘油(glycerine)形成之化合物，因脂酸種類之不同而其名稱亦各異，其由棕櫚酸(acide palmitique)形成者曰棕櫚脂(tripalmitine);由脂蠟酸形成者曰脂蠟脂(tristéarine; 脂蠟酸 acide stéarique);由油酸形成者曰油脂(trioleine, 油酸 acide oleique)。



動物組織之脂肪多爲油脂，棕櫚脂，脂蠟脂之混合體，(油脂, 棕櫚脂, 脂蠟脂具爲三分子油酸，或脂蠟酸或棕櫚酸與一分子甘油之化合物，總稱曰甘油酯 glycérides (此外混合甘油酯(glycerides mixtes)亦常見於動物脂肪內，如一棕櫚二脂蠟脂(distéaropalmitine, 一分子棕櫚酸，二分子脂蠟酸與一分子甘油化合而成) 一脂蠟二棕櫚脂(dipalmitino

stéarine) 等均是。酪脂 (ether tributyrrique de glycerine 三分子酪酸與一分子甘油共成之化合物) 與纈草脂 (ether trivalérianique de glycerine) 亦時常可以見到。

油脂於常溫時爲液態，非冷至 0° 以下不能凝固；棕櫚脂與脂蠟脂於常溫時都爲固態，棕櫚脂之溶點爲 62° ，脂蠟脂爲 71.5 ，因此三種物質混合比例之不同，脂肪之溶點亦隨而變化。

第一節 脂肪脂酸與肥皂之性質

(一) 脂肪之性質 傾液狀之脂肪於清水內，攪拌之，脂肪分爲細滴浮懸水中，呈乳白色，狀與乳汁相似，故曰乳濁液 (emulsion)；此種乳濁液不能持續，設靜置稍久，則脂肪細滴重行結合，而飄浮水面，是謂不穩定乳濁液 (emulsion instable)；設用氫氧化鈉 ($2^{\circ}/_{\infty}$) 或碳酸鈉 ($2^{\circ}/_{\infty}$) 等鹼性溶液與脂肪攪拌，所得乳濁液可以持久，是謂穩定乳濁液 (emulsion stable)

脂肪不溶於水，但溶於醚，(ether) 哥羅仿，(chloroforme) 與安息油 (benzène) 等。在動物體內或體外，脂肪均可氧化而產生 CO_2 與 H_2O ，氧化時所吸收之氧氣的容積恆大於放出之二氧化碳的容積，故二氧化碳之容積與氧之容積之

比恆小於一($\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2} < 1$)，此種比數在生理學上稱做呼吸商數 (quotient respiratoire) 脂肪之呼吸商數為 0.7

脂肪與氫氧化鈉之水溶液共熱，分解為脂酸與甘油，脂酸復與氫氧化鈉作用，形成脂酸鈉，凡類此之分解作用皆統稱曰鹼化 (saponification)，由鹼化而得之脂酸鹽概稱肥皂 (savon)。

甘油 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 或 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 為無色之液體，不溶於醚，亦不溶於哥羅仿，但溶於水或酒精，此點適與脂肪相反。甘油經高熱之作用，失去二分子水，變為丙烯醛 (acroleine) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ 有特殊之氣味，甚易區別。

(二) 脂酸之性質 棕櫚酸，油酸脂蠟酸均不溶於水，而溶於酒精，醚，哥羅仿，安息油等，液態脂肪亦為脂酸溶媒之一；含有游離脂酸之脂肪所成之乳濁液，多較不含脂酸者穩定。

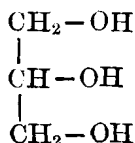
油酸溶點為 14° ，棕櫚酸為 62° ，脂蠟酸 72° ，脂酸與 KOH ， NaOH ， Na_2CO_3 ， K_2CO_3 等作用，均有肥皂產生；而甘油酯則僅能與 KOH ， NaOH 等作用而產肥皂，但不能與碳酸鹼金屬鹽發生鹼化作用，此為脂酸與甘油酯之最大區別。

(三) 肥皂之性質 脂酸與鹼類共熱，產生鹼金屬皂，溶於水或酒精，不溶於醚與哥羅仿，適與脂肪相反。鹼金屬皂不溶

於氯化鈉或硫酸銨，故其水溶液若為氯化鈉或硫酸銨飽和時，生肥皂之沉澱。鹼土金屬皂不溶於水，不溶於酒精，亦不溶於醚。油酸鉛可溶於醚，而棕櫚酸鉛與脂蠟酸鉛均否，如欲使油酸與棕櫚酸或脂蠟酸分離，可先使其為油酸鉛，而後用醚之溶解法以分離之。

第二節 卵黃素(lecithine)

卵黃素為一種含有磷質之脂肪，亦稱卵磷脂。肝細胞，卵黃與神經組織含量最多。為甘油，磷酸，脂酸與膽汁鹼(choline)共同合成之化合物。甘油之構造式為。



設其中一氫氧基為磷酸置換，遂得

