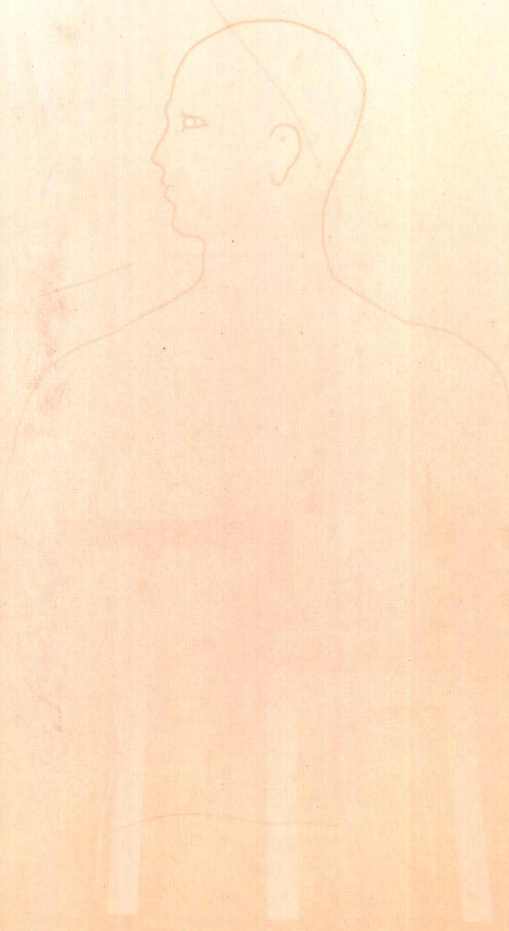


全科医学基础课教材

人体化学

主编 张丽莉



西安地图出版社

195

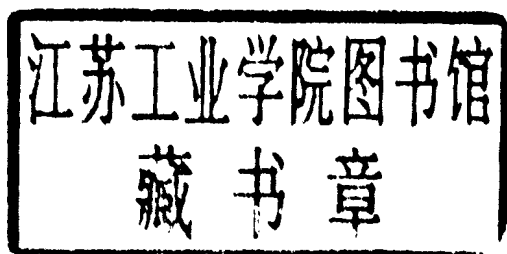
006
506

全科医学基础课教材

人 体 化 学

主编:张丽莉

编者:张丽莉 陈 蓁



西安地图出版社

人 体 化 学

主编 张丽莉

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路124号 邮政编码 710054)

新华书店经销 西安地图出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 6印张 199千字

2000年11月第1版 2000年11月第1次印刷

印数 1—500

ISBN 7-80545-931-2/R·7

定价:17.50元

全科医学基础课教材编委会

主任委员：李鸿光

副主任委员：黄仁福 郑美娟

委员：王佐贤 迟 锐 张丽莉 罗秀成 杨石照
张润岐 姜凤良 杨紫云

全科医学基础课教材学科与主编名单

1. 《人体形态学》

主编：杨石照 罗秀成

2. 《人体功能学》

主编：杨紫云

3. 《人体化学》

主编：张丽莉

4. 《糖尿·尿素氮异常·黄疸》

主编：张丽莉

5. 《病原生物学与疾病总论》

主编：姜凤良

6. 《肿瘤·免疫·贫血·遗传与疾病》

主编：张润岐 王正珍

7. 《腹痛·腰背痛·意识障碍》

主编：罗秀成 杨石照

8. 《疾病的药物治疗》

主编：弥曼

9. 《发热·呼衰·心衰》

主编：王佐贤

前 言

为了实现世界卫生组织提出“2000年人人享有卫生保健”的人类卫生总目标,培养出符合我国基层实际需要,适应我国生产力发展要求的医药卫生人才。又面对近年科学技术发展,尤其是分子生物学成就从不同侧面进一步揭示了机体统一性与集成功能,使医学基础学科界限正在消失,现代医学整体化趋势日益突出的现实,学习国内、外经验并结合我国实际情况,我们从1988年对大专的基础课进行了大的改革。

在教学方法上采取以临床提出的问题为中心组织教学,让学生及早地接触病人和医院临床,目的在于培养学生主动、独立地获得知识的能力、运用知识解决问题的能力。

在教材内容上,根据临床需要博采众长,结合自己的教学经验,突出医学的整体性、综合性、实用性,而且有利于学生自学,使教材力求作到简明扼要与基本满足临床需要统一,理论与实践统一。经过十多年的使用、修改,该教材已基本达到以上要求,并较好地体现出该教学法在组织教学上的明显特点。这套教材根据教学过程的要求分为两部分:基础即基础入门阶段和基础深化阶段教材。基础入门阶段教材分为《人体形态学》《人体化学》《人体功能学》《病原生物学与疾病总论》《疾病的药物治疗》五册。基础深化阶段教材包括《腹痛·腰背痛·意识障碍》《糖尿·尿素氮异常·黄疸》《免疫·肿瘤·贫血·遗传》《发热·呼衰·心衰》十三个问题分为四册。

本教材虽为医学专科班学生课本,也可供成人大专学生和在工作岗位的中等卫校毕业生自学参考。由于我们水平有限,又是新的尝试,缺点、错误在所难免,恳请读者及同行提出批评与建议,以便再版时修订与改正。

编 委 会

2000年8月31日

目 录

第一章 缓冲溶液和溶液的渗透压.....	(1)
第一节 缓冲溶液.....	(1)
第二节 溶液的渗透压.....	(3)
第二章 脂类的化学.....	(6)
第一节 脂 酸.....	(6)
第二节 油 脂.....	(7)
第三节 类 脂	(10)
第三章 糖类的化学	(13)
第一节 单糖	(13)
第二节 低聚糖	(19)
第三节 多糖	(20)
第四章 蛋白质的化学	(23)
第一节 蛋白质的分子组成	(23)
第二节 蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(24)
第三节 蛋白质的分子结构	(27)
第四节 蛋白质的性质	(31)
第五章 核酸的化学	(34)
第一节 核酸的化学组成	(34)
第二节 核酸的分子结构	(37)
第六章 酶	(41)

第一节 酶的概念	(42)
第二节 酶的化学结构与催化活性	(42)
第三节 酶的作用机理	(46)
• 第四节 酶促反应动力学	(47)
第五节 酶的命名和分类	(51)
第六节 酶在医药学中的应用	(54)
第七章 维生素	(56)
第一节 总论	(56)
第二节 脂溶性维生素	(57)
第三节 水溶性维生素	(62)
第八章 三羧酸循环与氧化磷酸化	(72)
第一节 ATP 与其他高能磷酸化合物	(74)
第二节 三羧酸循环	(77)
第三节 氧化磷酸化	(82)

第一章 缓冲溶液和溶液的渗透压

溶液在医药工作中具有十分重要的作用。人体内有相当多的物质是以溶液的形式存在的。例如：血液、淋巴液、组织液等。人体内的各种化学反应是在溶液中特别是在具有稳定 pH 值的溶液中进行的。人的体液与人体维持正常生理功能有着密切关系，而体液的渗透压则起着一定的协调作用。为此，本章在有关溶液基本知识的基础上着重介绍缓冲溶液和溶液的渗透压的基本原理。

第一节 缓冲溶液

一、缓冲作用和缓冲溶液

纯水和一般溶液都有它固定的 pH 值。当加入少量酸或碱时，它们的 pH 值都会发生明显的改变。例如在分别盛有纯水和氯化钠溶液的两支试管中，各加入 0.1mol/L 的盐酸溶液 1 滴，二者的 pH 值就会下降。若在纯水和氯化钠溶液中改加 0.1mol/L 的氢氧化钠溶液 1 滴，它们的 pH 值就会上升。可见纯水和一般溶液在外来酸或碱的影响下，不能保持恒定的 pH 值。

但是，有些溶液却不受外来少量酸或碱的影响，能保持其 pH 值几乎不变。例如，用 HAc 和 NaAc 混和溶液代替蒸馏水，重做上面的实验，结果表明：加入少量的酸或碱后，溶液的 pH 值几乎不变，这说明醋酸和醋酸钠混和溶液具有对抗外来少量酸和碱的能力。

能对抗外来的少量酸或碱而保持溶液的 pH 值几乎不变的作用叫做缓冲作用。具有缓冲作用的溶液称为缓冲溶液。

二、缓冲溶液的组成

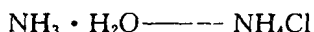
溶液要具有缓冲作用，其组成中必须具有抗酸成分和抗碱成分，且两种成分之间必须存在化学平衡。通常把这两种成分称为缓冲对或缓冲系。实验得知：凡是弱酸和它的共轭碱，或弱碱和它的共轭酸，都可作为缓冲对。根据缓冲对的组成不同，缓冲溶液有以下两种类型。

(一)弱酸及其共轭碱

抗碱成分	抗酸成分
HAc ———	NaAc
H ₃ PO ₄ ———	NaH ₂ PO ₄
H ₂ CO ₃ ———	NaHCO ₃
H ₂ C ₈ H ₄ O ₄ ———	KHC ₈ H ₄ O ₄
(邻苯二甲酸)	(邻苯二甲酸氢钾)
NaHCO ₃ ———	Na ₂ CO ₃
NaH ₂ PO ₄ ———	Na ₂ HPO ₄

(二)弱碱及其共轭酸

抗酸成分 抗碱成分

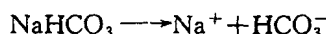
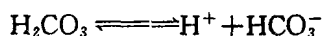


(苯胺) (苯胺盐酸盐)

三、缓冲作用的原理

缓冲溶液之所以具有缓冲作用,是因为溶液中含有抗酸成分和抗碱成分,能保持溶液的 pH 值几乎不变。现以 $\text{H}_2\text{CO}_3\text{—NaHCO}_3$ 缓冲对为例来说明缓冲作用的原理。

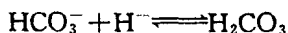
在 $\text{H}_2\text{CO}_3\text{—NaHCO}_3$ 缓冲溶液中, H_2CO_3 是弱酸,仅有小部分电离成 H^+ 和 HCO_3^- ,绝大部分仍以 H_2CO_3 分子存在,而 NaHCO_3 是强电解质,几乎全部电离成 Na^+ 和 HCO_3^- ,它们的电离式如下:



从电离式可以看出,溶液中存在着大量的 H_2CO_3 分子和 HCO_3^- 离子。

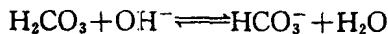
弱酸和其共轭碱浓度较大,是弱酸及其共轭碱组成的缓冲溶液的特点。其中共轭碱是抗酸成分,弱酸是抗碱成分。

当向此溶液中加入少量酸(等于加入 H^+)时, HCO_3^- 和外来的 H^+ 结合生成 H_2CO_3 ,使电离平衡向左移动,当建立新的平衡时,溶液里 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 略有增大, $[\text{HCO}_3^-]$ 略有减少,而 $[\text{H}^+]$ 几乎没有增大,故溶液的 pH 值几乎不变。抗酸的离子方程式是:



在这里 HCO_3^- 起了对抗 H^+ 增大的作用,故 HCO_3^- (主要来自 NaHCO_3) 是抗酸成分。

反之,当向此溶液中加入少量碱(等于加入 OH^-)时,溶液中的 H_2CO_3 电离出的 H^+ 和外来的 OH^- 结合生成水,使电离平衡向左移动。由于溶液中的 H_2CO_3 浓度较高,足够补充因中和 OH^- 所消耗的 H^+ ,当建立新的平衡时,溶液里的 $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ 略有减少, $[\text{HCO}_3^-]$ 略有增加,但 H^+ 浓度几乎没有降低,故溶液的 pH 值几乎不变。抗碱的离子方程式是:

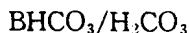


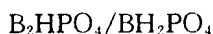
在这里 H_2CO_3 分子起了对抗 $[\text{OH}^-]$ 增大的作用,故 H_2CO_3 是抗碱成分。可见 H_2CO_3 和 NaHCO_3 混和溶液具有抗酸和抗碱能力,即具有缓冲作用。

另一类型缓冲溶液的作用原理,也与上述作用原理基本相同。但必须指出:当外来的酸量或碱量过多时,缓冲溶液的抗酸成分或抗碱成分将被耗尽,缓冲溶液就会失去缓冲作用,溶液的 pH 值必然变化很大。可见缓冲溶液的缓冲作用不是无止境的,而是有限的。

四、缓冲溶液在医学上的意义

缓冲作用在医学上有着重要的意义。人体血液或其它体液中的化学反应都必须在一定的 pH 值条件下进行,所以要依靠存在于体液各种缓冲对来使体液的 pH 值保持恒定。例如血液的 pH 值之所以能够维持在 7.35—7.45 之间,一个重要的因素就是血液中存在着一系列的缓冲对。血液中的主要缓冲对有:





B—蛋白质/H—蛋白质

式中 B 代表 Na^+ 或 K^+ 。在这些缓冲对中,碳酸氢盐缓冲对在血液中的浓度最高,缓冲能力最大,对维持血液的正常 pH 值起着决定性作用。当机体发生某些疾病,代谢发生障碍,体内聚积的酸低于 7.35 或高于 7.45 时,就会出现酸中毒或碱中毒,严重的甚至危及生命。临床上常用乳酸钠来纠正代谢性酸中毒,用 NH_4Cl 来治疗碱中毒。

此外像微生物的培养,组织切片和细菌染色,血库中血液的冷藏等,都需要具有一定 pH 值的缓冲溶液;酶的活性测定,也要在具有一定 pH 值的缓冲溶液中进行。

第二节 溶液的渗透压

一、渗透压

假如我们在很浓的蔗糖溶液上加一层清水,则蔗糖分子从下层进入上层,同时水分子从上层进入下层,直到均匀混合到浓度一致为止。这个过程叫扩散。

如果将蔗糖溶液放在玻璃管中,并且和水之间隔一层半透膜时,情况就不同了(如图 1-1)。半透膜是可以允许某些物质透过而不允许另一些物质透过的多孔性薄膜。动物的肠衣,膀胱膜,人工制得的羊皮纸等都是半透膜。有的半透膜可以让水分子通过,但蔗糖分子不能通过。虽然水可以向两个方向透过半透膜,但因半透膜内外水的浓度不同(单位体积内水分子的个数不同),糖水溶液中水分子个数相对比同体积的纯水少,因此,单位时间内,纯水穿过半透膜进入蔗糖溶液的水分子数,比从糖水溶液穿过半透膜而进入纯水的水分子数多。从表面上看,只是水透过半透膜进入糖溶液。于是玻璃管内的液面升高。这种溶剂(水)透过半透膜进入溶液的现象称为渗透。

由于渗透作用,玻璃管内蔗糖溶液的液面上升,因而静水压随之增加,这样单位时间内,水分子从溶液进入纯水的个数也就增多。当玻璃管内外的液面差达到某一高度时,水分子向两个方向渗透的速度趋于相等,渗透作用达到平衡,玻璃管内的液面停止上升。此时玻璃管内液面高度所产生的压力,称为该溶液的渗透压。渗透压的大小可由管内液面和管外液面相差的高度(h)来测定。如果玻璃管外不是纯溶剂,而是浓度比管内较小的溶液,同样也会产生渗透现象。应当指出不论渗透压的大小如何,它只在半透膜存在时才表现出来。

二、渗透压与浓度和温度的关系

1. 渗透压公式:

实验证明:当温度不变时渗透压与稀溶液的物质的量的浓度成正比;当浓度不变时渗透压与溶液的绝对温度成正比。由此可得出稀溶液渗透压的方程式:

$$P_{\bullet} V = nRT \quad \text{即} \quad P_{\bullet} = \frac{n}{V} RT = CRT$$

$P_{\bullet}$ 表示溶液的渗透压,单位是 kPa

V 表示溶液的体积,单位是升(L)。

n 对于非电解质溶液,表示溶质分子的物质的量;对于电解质溶液近似为溶质离子的物质的量总数。

C 对于非电解质溶液,表示物质的量浓度;对于电解质溶液近似为各离子的物质的量浓度总和。

T 表示溶液的绝对温度($T=273+t^{\circ}\text{C}$)。

R 表示常数,在数值上与气体常数值一样,为 $8.3\text{J/K}\cdot\text{mol}$ 。

由此可见,一定温度下渗透压的大小由稀溶液的物质的量浓度来决定,而与溶质、溶剂的性质无关。对于非电解质稀溶液来说,当温度一定时,只要物质的量浓度相同,渗透压就相等。

2. 渗透浓度

为了计算和比较非电解质和电解质溶液的渗透压,实际工作中,常用“渗透浓度”来表示溶液的渗透压大小。

所谓渗透浓度,就是溶液中能产生渗透现象的各种溶质质点(分子或离子)的总浓度,对于非电解质是用“毫摩尔/升”(mmol/L)来表示,对于电解质用“毫摩尔离子/升”表示。

三、等渗、低渗和高渗溶液

在相同温度下渗透压相等的两种溶液称为等渗溶液。对于渗透压不相等的两种溶液相对来说,渗透压高的称为高渗溶液,渗透压低的称为低渗溶液。0.3mol/L 葡萄糖溶液与 0.3mol/L 蔗糖溶液就是等渗溶液。0.3mol/L 葡萄糖溶液和 0.3mol/L 氯化钠溶液相比,则氯化钠溶液为高渗溶液,葡萄糖溶液为低渗溶液。

在临床上,溶液的等渗、低渗和高渗,是以血浆的渗透压为标准来衡量的。也就是采用血浆中能产生渗透作用的各种电解质粒子和其它粒子的总浓度来衡量溶液的渗透压大小。

正常人的血浆渗透压为 $720\sim 800\text{kPa}$,相当于血浆中各粒子总浓度——渗透浓度—— $280\sim 320\text{mmol/L}$ 。

凡与正常人的血浆渗透压相等的溶液称等渗液,其渗透浓度为 $280\sim 320\text{mmol/L}$ 。溶液的浓度低于此范围的为低渗溶液,高于此范围的为高渗溶液。临床上常用的等渗溶液有生理盐水(9g/L 氯化钠溶液)、50g/L 葡萄糖溶液等,常用的高渗溶液 500g/L 葡萄糖溶液、100g/L 氯化钠溶液等。

四、渗透压在医学上的意义

渗透压与医学关系密切,特别是给病人大量输液时,必须使用等渗溶液,不能因输入液体而影响血浆的渗透压。这可用红细胞在不同浓度盐水中的形态变化来说明。将红细胞置于低渗盐水(3g/L NaCl)中,水分子主要向红细胞内渗透,使红细胞膨胀,以致破裂,出现溶血现象,如图(1)所示。如将红细胞放在高渗盐水(15g/L NaCl)中,则细胞内的水分子向高渗盐水中渗透,使红细胞皱缩,如将红细胞放在等渗盐水(9g/L NaCl)中,则红细胞保持原来的形状,如图 1-2 所示。

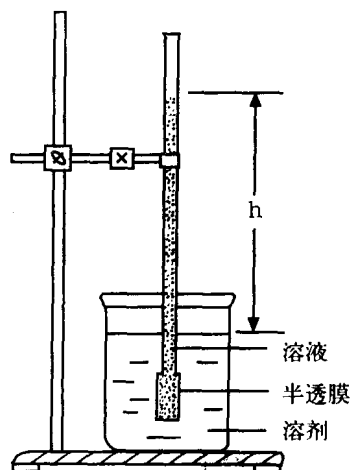


图 1-1 溶液的渗透压

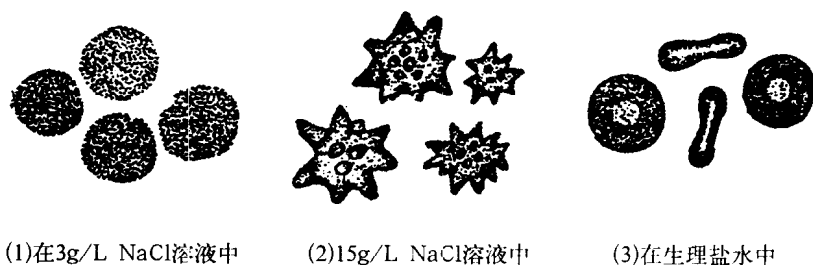


图 1-2 红细胞在不同浓度NaCl溶液中的形态

所以临床上给病员大量输液时应使用等渗溶液。但是有时为了治疗上的某种需要,输入少量的高渗溶液也是允许的,当少量高渗溶液缓慢地注入体内被体液稀释后,对渗透压影响不大,但要严格控制每次用量。

人体中血浆渗透压包括晶体渗透压和胶体渗透压。在血浆中既含有低分子的晶体物质,如氯化钠、碳酸氢钠和葡萄糖等,又含有高分子物质,如蛋白质等。晶体物质所产生的渗透压叫晶体渗透压,由各种蛋白质所产生的渗透压叫胶体渗透压。这两种渗透压在生理上都起着重要作用。晶体渗透压能维持细胞内外水的相对平衡,而胶体渗透压能维持血容量和血管内外水及盐的相对平衡。因此渗透压对维持人体的水和电解质的平衡起着重要的调节作用。

本章要求

1. 了解缓冲溶液的组成和缓冲作用原理。
2. 了解缓冲溶液在医学上的意义。
3. 掌握影响渗透压大小的主要因素。
4. 掌握渗透压在医学上的意义。

习 题

1. 什么叫缓冲作用和缓冲溶液?以 NaH_2PO_4 — Na_2HPO_4 缓冲溶液为例说明缓冲作用原理,写出其抗酸、抗碱的离子方程式。
2. 组成缓冲对的条件是什么? 含有 NaOH 和 NaCl 的溶液是否具有缓冲作用?
3. 溶液的渗透压和溶液的浓度有何关系? 试举例说明。
4. 现有葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)、蔗糖($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)和 NaCl 三种溶液,它们的浓度都为 10g/L ,试比较三者渗透压的大小。

第二章 脂类的化学

脂类是生物体内存在的一大类有机物质。由于它化学组成的复杂性和结构的多样性,因而很难对脂类概括出一个简明、确切的定义,并且分类也不统一。一般认为,脂类包括油脂和类脂。油脂是指油和脂肪;类脂是指其结构及理化性质类似脂肪的物质,主要包括磷脂、糖脂、甾醇等。

第一节 脂 酸

脂酸具有典型的“脂肪”性质,在自然界以游离状态存在的不多,大多数在脂类中结合成酯键形式,是组成脂类的重要成分。将脂水解可得到含脂酸的混合物。脂酸一般是无侧链、具有偶数的饱和或不饱和脂肪酸,也有极少数的带侧链的或环状的脂酸。

一、脂酸的分类

(一)饱和脂酸

通式为: $C_nH_{2n}O_2$ 。(见表 2-1)

(二)不饱和脂酸

天然脂类水解得到的不饱和脂酸有的含一个双键,有的含二、三或四个双键。(见表 2-2)

表 2-1

一些天然存在的饱和脂酸

分子式	习惯名称	系统名称	结构式
$C_2H_4O_2$	醋 酸	乙 酸	CH_3COOH
$C_3H_6O_2$	丙 酸	丙 酸	CH_3CH_2COOH
$C_{10}H_{20}O_2$	正癸酸	正癸酸	$CH_3(CH_2)_8COOH$
$C_{12}H_{24}O_2$	月桂酸	正十二酸	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
$C_{14}H_{28}O_2$	肉豆蔻酸	正十四酸	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
$C_{16}H_{32}O_2$	软脂酸	正十六酸	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
$C_{18}H_{36}O_2$	硬脂酸	正十八酸	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
$C_{20}H_{40}O_2$	花生酸	正二十酸	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$
$C_{22}H_{44}O_2$	山芋酸	正二十二酸	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$
$C_{24}H_{48}O_2$	橘焦油酸	正二十四酸	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$

表 2-2

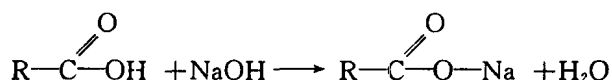
一些天然存在的饱和脂肪酸

分子式	习惯名称	系统名称	结构式
C ₁₆ H ₃₀ O ₂	棕榈油酸	9-十六碳烯酸	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH-(CH ₂) ₇ COOH
C ₁₈ H ₃₄ O ₂	油 酸	9-十八碳烯酸	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH-(CH ₂) ₇ COOH
C ₁₈ H ₃₂ O ₂	亚油酸	9,12-十八碳二烯酸	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CH-CH ₂ -CH =CH(CH ₂) ₇ COOH
C ₁₈ H ₃₀ O ₂	α-亚麻酸	9,12,15-十八碳三烯酸	CH ₃ CH ₂ -CH=CH-CH ₂ CH=CHCH ₂ CH =CH(CH ₂) ₇ COOH
C ₂₀ H ₃₂ O ₂	花生四烯酸	5,8,11,14-二十 碳四烯酸	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH-CH ₂ CH =CH-CH ₂ -CH=CH(CH ₂) ₃ COOH
C ₂₄ H ₄₆ O ₂	神经酸	15-二十四碳烯酸	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₁₃ COOH

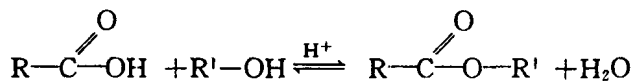
二、脂酸的化学性质

(一) 脂酸羧基反应

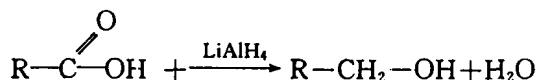
1. 脂酸与碱作用生成盐



2. 脂酸与醇作用生成酯



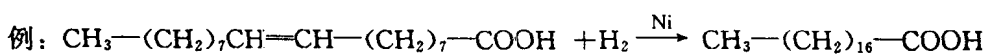
3. 脂酸在催化剂(LiAlH₄)作用下还原成醇



(二) 脂酸烃链的反应

1. 加氢

不饱和脂酸与氢起加成反应生成饱和脂酸。

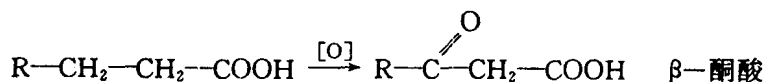


9-十八碳烯酸

正十八碳酸

2. 氧化

脂酸在有氧或氧供体存在的适当条件下,与氧反应生成β-酮酸,或与氧作用生成过氧化物,即分子中含有过氧链(-O-O-),失去营养价值。



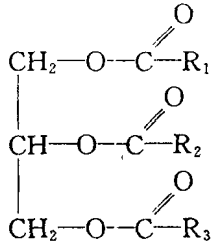
第二节 油脂

油脂是一类重要的有机化合物,是油脂和脂肪的总称。油脂是人类的营养物质之一,同

时也是维生素 A、D、E、K 等许多生物活性物质的良好溶剂。

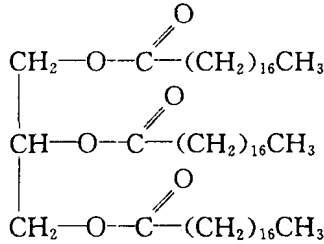
一、油脂的结构

油脂是甘油与脂酸生成的甘油酯的混合物。可用通式表示如下：



其中 R_1 、 R_2 、 R_3 可以相同或不同。

若式中 R_1 、 R_2 、 R_3 相同，叫简单三脂酰甘油。例如：



三硬脂酸甘油酯

式中 R_1 、 R_2 、 R_3 不同，叫混合三脂酰甘油。

常见油脂中所含的重要脂酸，饱和的有：软脂酸和硬脂酸；不饱和的有：油酸、亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸等。

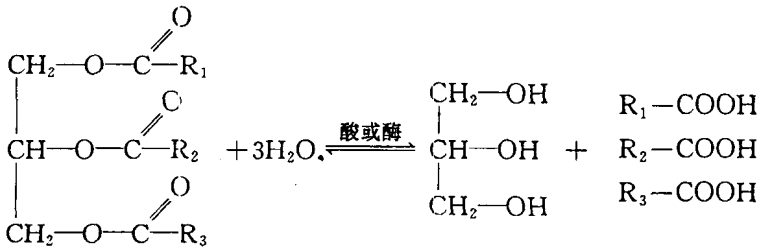
表 2-3 常见油脂组成及含量

油脂种类	脂肪酸含量%						
	月桂酸	肉豆蔻酸	软脂酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻油酸
猪油		1~2	25~30	12~16	40~50	5~10	1
奶油	2~5	8~14	25~30	9~12	25~35	2~5	
牛油		3~5	25~30	20~30	40~50	1~5	
豆油			10	3	25~30	50~55	4~8
椰子油	45~48	16~18	8~10	2~4	5~8	1~2	
棉子油		1	20~25	1~2	20~30	45~50	

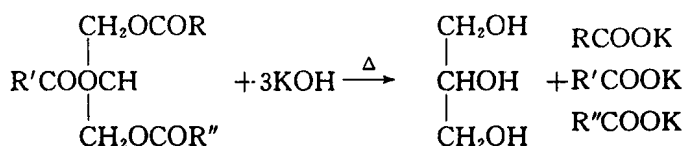
二、油脂的重要化学性质

(一) 水解和皂化

油脂与酯一样，在酸、碱或酶的作用下水解生成一分子甘油和三分子高级脂肪酸。



油脂的酸性水解是可逆反应。为了获得尽可能多的水解产物,一般采用碱(氢氧化钠或氢氧化钾)水解,其产物是高级脂肪酸的盐类,称为肥皂。通常把油脂在碱性溶液中的水解叫做皂化反应。



1克油脂完全皂化时所需要的氢氧化钾的毫克数叫做皂化值。皂化值与油脂分子量成反比。从皂化值的大小,可以推知油脂分子量的高低。

(二)加成

含不饱和脂肪酸的油脂,由于分子中有碳碳双键,所以具有烯烃的加成性质。

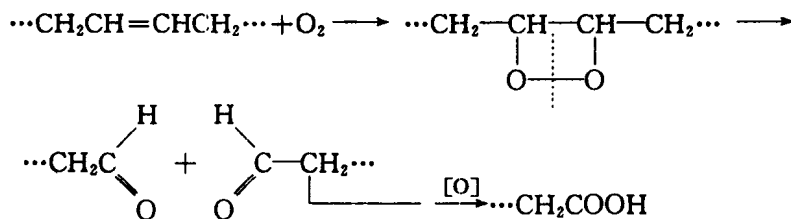
1. 加氢 不饱和程度较高、熔点较低的油,通过催化加氢,可以转变为饱和程度较高的脂肪。油由液态转变为半固态,称为油脂的氢化,也叫硬化。氢化以后的油脂,不易酸败。

2. 加碘 为了测定油脂的不饱和程度,通常用在标准状况下,吸收碘的量来确定。100克油脂吸收碘的最大克数,称为碘值,显然,碘值越大油脂的不饱和程度越高。碘值也是衡量食用油脂量的一个标准。近来研究证实:长期食用低碘值的油脂,可使动脉血管硬化。为此,老年人应多食碘值较高的豆油等食用油。

(三)酸败

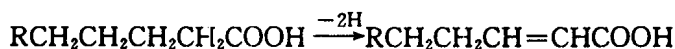
油脂在空气中长期存放,便会产生一种很难闻的气味,这种变化过程称为油脂的酸败,引起酸败的化学变化比较复杂,其主要原因有以下两个方面:

1. 空气氧化分解 油脂中不饱和脂肪酸的碳碳双键部分,受到空气中氧的作用,而形成过氧化物,过氧化物进一步分解或氧化,则产生有臭味的低级醛和羧酸。光、热、潮湿和某些金属能加速这一过程。

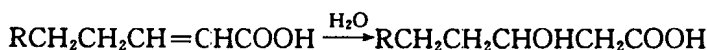


2. 微生物或酶的氧化分解 油脂在微生物或酶的作用下,可以水解为脂肪酸,酸进一步发生 β 氧化,形成 β -酮酸,再经过脱羧或进一步氧化成低级的有臭味的醛酸等物质。其反应过程如下:

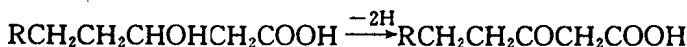
1. 脱氢:



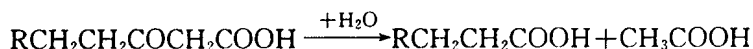
2. 水化:



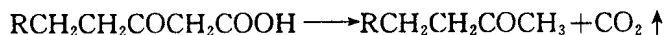
3. 再脱氢:



4. 降解:



油脂在人体内代谢过程中也产生 β -酮酸。 β -酮酸发生降解反应,产生低级脂肪酸。此过程反复进行,不断给人体提供能量。当代谢出现障碍时,它可以发生脱羧而生成酮。其反应如下:



油脂在酸败过程中,也发生此反应。

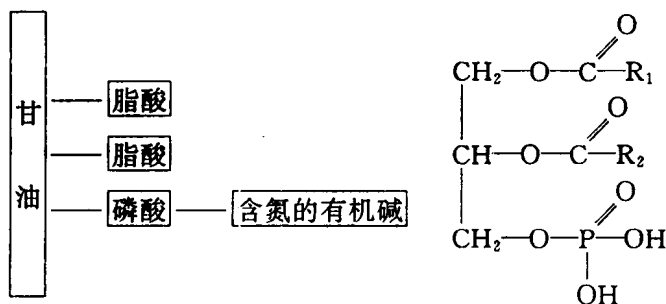
第三节 类 脂

在生物体的组织成分中,除含有油脂外,还含有许多类似油脂的化合物,通常称之为类脂。重要的类脂有磷脂和甾醇。

一、磷脂

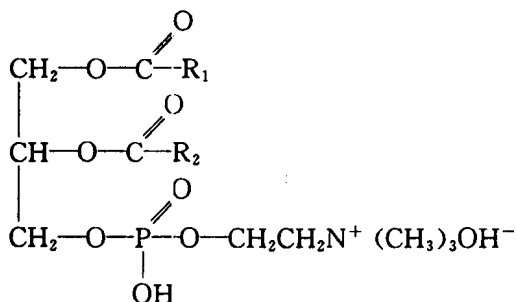
人体内有多种磷脂,有含有甘油的甘油磷脂和不含甘油的磷脂。其中重要的是脑磷脂和卵磷脂,两者均为甘油磷脂(以下简称磷脂)。

磷脂在结构和性质上都和油脂类似。在体内磷脂可在酶的作用下逐步水解得到磷酸、脂酸、甘油和含氮的有机碱。磷脂的结构示意图为:



磷脂酸

其中磷脂酸是磷脂的母体。磷脂酸与胆碱 $[(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}]\text{OH}^-$ 形成的酯是磷酸酯胆碱,俗称卵磷脂:



胆碱在人体内与脂肪的代谢有密切关系,它可促使油脂迅速生长磷脂,防止脂肪在肝内大量存积。

磷脂酸与胆胺[乙醇胺 $\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$]形成的酯是磷脂酰乙醇胺,俗称脑磷