

医院办大学试用教材

实验诊断学

下 册

上海第一医学院华山医院 编



上海卫生出版社

R446/574

國立中央大學國文系教材

實驗診斷學

第一版

上海第一醫學院醫藥出版社



毛主席语录

认真看书学习，弄通马克思主义。

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

社会主义革命革到自己头上了，合作化时
步 他们有反
感。 阶级在哪
里，就在共产党内，党内走资本主义道路的当
权派。走资派还在走。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

毛 主 席 语 录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路。要从有实践经验的工人农民中间选拔学生，到学校学几年以后，又回到生产实践中去。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

使 用 说 明

(一) 实验诊断学是将原组织学、生理学、生物化学、微生物学、寄生虫学的有关理论知识运用于临床诊断实际的一门新的课程。共分上、下两册。上册主要内容以血、尿、粪常规检验和细菌检验的基础知识为主，下册主要内容是肝、肾功能等生化检验和细菌培养、血清试验等。

(二) 按照医院办大学的教学计划，实验诊断学上册是放在第一教学阶段进行教学，为进一步的临床实践打下基础；实验诊断学下册是放在第二教学阶段末进行教学，系在县、社医院临床实践之后，在一定的感性认识基础上进行这方面的系统理论教学和实验操作，为进入第三教学阶段打下基础。

(三) 除上述集中教学以外，在整个三年的结合为工农兵病员服务的教学实践中，各科临床教师可参照本教材，帮助学员自学，逐步加深实验诊断在临床诊断中意义的认识。

目 录

第一章 肝功能试验	1
第一节 胆红素代谢功能试验.....	2
第二节 蛋白质代谢的肝功能试验.....	10
第三节 酶活性的测定.....	20
第四节 肝脏排泄功能试验.....	28
第五节 其他肝功能试验.....	29
第六节 肝功能试验的选择.....	36
第二章 肾功能试验	38
第一节 肾脏的浓缩和稀释功能试验.....	39
第二节 酚红排泄试验.....	46
第三节 血液非蛋白含氮物质及其测定.....	46
第四节 肾脏清除功能试验.....	51
第五节 血浆二氧化碳结合力测定.....	57
第三章 其它常用的临床生化检验	64
第一节 血清淀粉酶测定.....	64
第二节 血液和尿液中酮体的检查.....	65
第四章 病原菌的检查	69
第五章 血清学试验	84
第六章 骨髓检查	91
附录	102
一、光电比色计的原理和使用.....	102
二、常用临床检验正常值.....	105

第一章 肝功能试验

肝脏的功能十分复杂，它不仅是体内重要的消化腺，更是体内物质代谢中重要的“储存库”、“转运站”和“化工厂”。由于肝脏的功能是多方面的，因此检查肝脏功能的试验项目也很多，临床上常用的肝功能试验可归纳为以下五类：

（一）与胆红素代谢有关的功能试验：如黄疸指数、总胆红素和一分钟胆红素测定、尿三胆（胆红素、胆素原、胆素）以及大便胆素原定量测定等。

（二）与蛋白质代谢有关的功能试验：如血浆（清）白、球蛋白测定、血清蛋白电泳、血清絮状、浊度试验等。

（三）酶活性测定：如血清谷丙转氨酶（SGPT）、血清硷性磷酸酶、 γ -谷氨酰转肽酶、乳酸脱氢酶测定等。

（四）肝脏的排泄功能试验：如四溴酚磺肽（BSP）排泄试验等。

（五）其他试验：如总胆固醇及胆固醇酯测定、血糖和糖耐量试验、血浆凝血酶原时间测定等。

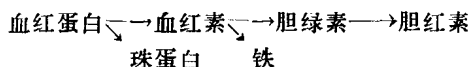
由于肝脏具有强大的再生和代偿功能，故肝脏损害如范围不广、性质不严重，肝功能试验可能是正常的，因此单凭肝功能试验不能除外肝脏疾患；反之，许多肝功能试验均非特异性，况且，许多肝外疾病也可引起所谓的“肝功能试验”异常。因此我们必须结合临床实际对试验结果进行具体分析，才能作出肝脏有无病变及其严重度的正确判断。由于每项肝功能试验都从某个侧面来反映肝脏某一方面的功能，因此要了解肝功能的情况一般应选做好几项试验才能加以反映。

第一节 胆红素代谢功能试验

【胆红素代谢和胆红素代谢功能试验的临床意义】

(一) 胆红素代谢:

1. 胆红素的生成:胆红素主要是血红蛋白在体内的分解产物。人体内的红细胞经常进行更新,红细胞的寿命平均为120天左右,衰老的红细胞在肝、脾及骨髓等网状内皮系统内破坏。从红细胞破坏后释放出来的血红蛋白究竟在何处,如何进一步分解,目前尚不十分明确。但可以肯定的是血红蛋白中的血红素在氧化去铁后,先生成绿色的胆绿素,再转变为胆红素。正常人体每天约产生250毫克左右胆红素。



尚有极少量的胆红素来源于肌红蛋白和细胞色素等。

2. 胆红素的运输:刚从网状内皮系统中所形成的胆红素称为游离胆红素,是脂溶性的,在血中溶解度很小,所以它和脂类一样,在血浆中必须与血浆蛋白结合后才能在血液中运输,其分子颗粒较大,不能通过肾脏随尿排出,故正常人尿液不出现游离胆红素。

3. 肝脏对胆红素的摄取、结合与排泄:由于肝细胞具有很强的摄取胆红素的能力,当血液流经肝血窦时,血中的胆红素可很快进入肝细胞,故正常人血清胆红素浓度很低。

在肝细胞的微粒体内具有丰富的醛糖酸转换酶,可以将进入肝细胞的胆红素进行生物转化作用,使其与葡萄糖醛酸结合。经过肝细胞处理的胆红素,称为结合胆红素,在正常情况下可以迅速通过细胞膜的转运,排泄到毛细胆管中,

再随胆汁排出，故胆汁中主要是结合胆红素。结合胆红素和游离胆红素的区别如下（表 1）。

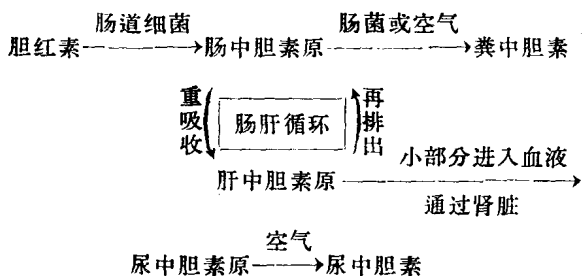
表 1 游离胆红素和结合胆红素的区别

性 质 \ 种 类	游 离 胆 红 素	结 合 胆 红 素
溶 解 性	脂 溶 性	水 溶 性
由肾脏排出	不 能	能
和重氮试剂起反应的速度	甚慢，或必须加酒精等后才起反应	甚 快
毒性和对脑组织亲和力	大	几乎没有

4. 胆红素在肠中的变化：结合胆红素随胆汁排出后，当进入回肠末端或结肠时，通过肠道细菌的作用，部分结合胆红素被肠道细菌的 β 葡萄糖醛酸酶水解成游离胆红素，结合或游离的胆红素又被肠道细菌在无氧条件下进一步还原成无色的尿胆素原及粪胆素原，尿胆素原及粪胆素原可总称之为胆素原。大部分胆素原随粪便排出体外。在细菌的作用下，或经空气氧化，粪中尿胆素原及粪胆素原又可分别氧化成棕黄色的尿胆素与粪胆素，总称之为胆素，使粪便颜色逐渐变深。胆素是粪便中的主要色素，也是胆红素排泄的主要形式。成人每天排出量约为 200 毫克左右。

在生理情况下，肠中产生的胆素原约有 10~20%，经门静脉重吸收进入肝脏，其中大部分通过肝脏，又重新随胆汁排泄到肠腔，形成所谓“胆色素的肠肝循环”，故胆汁中通常也含有少量胆素原，至于重吸收后残留在血中的胆素原就更少了。血中的胆素原有小部分通过肾脏随尿排出。正常成人每日排出量约为 0~4 毫克。与粪中胆素原类似，尿中胆素原也可经空气氧化生成胆素。所以胆素是血红蛋白中血红素的最终代谢产物。

胆红素进入肠腔后的变化可归纳如下：



胆红素的代谢可用下图简单总结之（图1）。

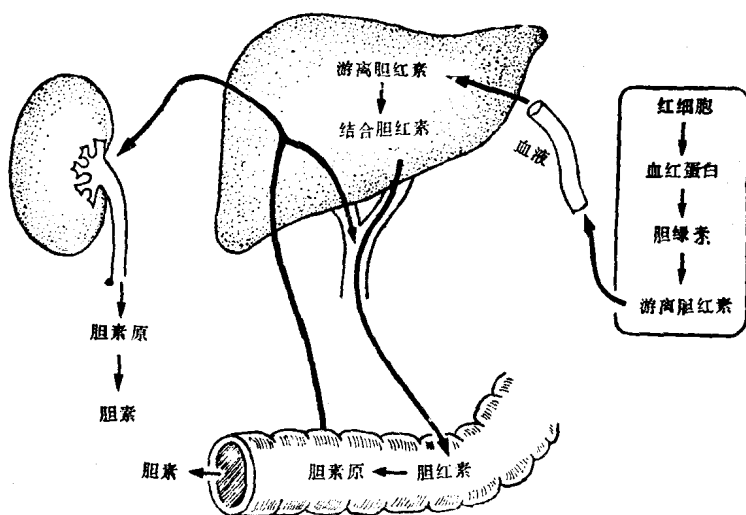


图1 正常胆色素代谢示意图

（二）胆红素代谢功能试验的原理和临床意义：胆色素试验临床上主要用来作为黄疸的鉴别诊断。临床上将黄疸分为四个类型：

1. 溶血性黄疸：各种原因引起红细胞大量破坏（即溶血）时，产生了过多的游离胆红素，超过了肝脏处理的能力，此时出现的黄疸称为溶血性黄疸，因为同时有贫血，故又称溶血性贫血（参见内科学第三册贫血节）。

2. 肝细胞性黄疸：各种肝脏疾病（如病毒性肝炎、肝硬化、肝癌、肝脓肿、中毒性肝炎以及钩端螺旋体病等全身性感染所致的肝损害），由于肝细胞的变性坏死，使肝细胞摄取、结合及排泄胆红素的功能发生障碍，并使肝细胞及毛细胆管内结合胆红素反流入血窦，以及存在有肝内阻塞等因素使血清中游离胆红素和结合胆红素均增高，这种黄疸称为肝细胞性黄疸。

3. 梗阻性黄疸：由于肝内梗阻（胆小管型肝炎、胆小管性肝癌等）或肝外梗阻（总胆管结石、胰头癌、胆管癌、壶腹癌以及肝门或总胆管周围淋巴结肿大、肉芽肿、癌肿等病变的压迫等），造成梗阻上端的胆管压力不断增高，引起胆小管和毛细胆管破裂，或因胆小管的炎症，以致胆汁中的结合胆红素反流入血，引起黄疸称为梗阻性黄疸。

4. 先天性非溶血性黄疸：这是一组少见的先天性非溶血性黄疸，可分为两型，即结合胆红素增高型和游离胆红素增高型。前者系结合胆红素在肝细胞内的转运和排泌发生障碍；后者系肝细胞摄取、结合（因先天性醛糖酸转换酶的缺乏）游离胆红素发生障碍所致（参见内科学第三册黄疸节）。

临床上应用胆红素代谢功能试验不仅可以帮助诊断黄疸，而且可以帮助区别上述四种黄疸。临床上常用胆红素定性试验或定量试验以鉴别血中游离胆红素及结合胆红素，帮助分析黄疸性质。在作定性试验时，将重氮试剂加入血清中，重氮试剂能和胆红素作用产生紫红色化合物；结合胆红素能在

一分钟内近乎全部显色，故又称直接(反应)胆红素；而游离胆红素于加入重氮试剂后反应缓慢，有时甚至 10 分钟后仍不显色，必须加酒精、苯甲酸钠或尿素催化后才能起反应，故也被称为间接(反应)胆红素。正常人血清做胆红素定性试验呈很弱的间接反应，而直接反应常呈阴性。在定量试验中，可分别用比色法将此紫红色化合物定量，在直接反应中一分钟内产生的紫红色化合物的量，基本上代表了血清中结合胆红素的浓度，故结合胆红素也就是一分钟胆红素；而加入甲醇后，游离胆红素及结合胆红素皆可与重氮试剂反应，此时测得血清中全部紫红色化合物的含量，代表了血清中总胆红素的浓度；如将总胆红素的浓度中减去一分钟胆红素浓度之量，就可得出血清中游离胆红素的浓度。正常人血清中总胆红素浓度 <1.0 毫克%，一分钟胆红素 <0.2 毫克%。当血清总胆红素浓度超过 2 毫克%，临床上常可查出黄疸，如为 1~2 毫克%则临床上可能检查不出黄疸，称为隐性黄疸。临床上也常用尿三胆试验来帮助分析黄疸性质。由于结合胆红素是水溶性的，且分子颗粒小，在阻塞性和肝细胞性黄疸患者当血液中结合胆红素浓度升高时，就能通过肾脏随尿排出，形成胆红素尿。溶血性黄疸主要是游离胆红素升高，故尿胆红素检查阴性。由于正常尿中含有少量的胆素原，因此尿胆素原定性试验亦可呈阳性，但如将尿稀释 20 倍后，则应呈阴性反应。如尿液经 1:20 稀释后做尿胆素原定性试验呈阳性反应，说明尿中胆素原浓度增高，见于溶血性黄疸和肝细胞性黄疸时，在急性肝炎患者有时在黄疸出现之前，就呈阳性反应。梗阻性黄疸尤其是梗阻完全时，血中结合胆红素明显升高，尿中胆红素检查阳性而粪和尿中胆素原、胆素则很少，甚至完全缺乏；肝细胞性黄疸时，血中游离胆红素和结合胆

红素均升高，尿三胆试验则均为阳性反应。各类黄疸时，胆红素代谢肝功能试验的比较，可参考下表（表2）。

表2 各类黄疸时胆红素代谢的比较

黄疸类型 \ 胆色素	血 清		尿		粪
	游离胆红素	结合胆红素	胆 红 素	胆素原及胆素	胆素原及胆素
溶 血 性	↑	→	-	↑	↑
梗 阻 性	→	↑	+	↓	↓
肝细胞性	↑	↑	+	↑	↓

↑ 增高 ↓ 降低 → 改变不大 + 阳性 - 阴性

【黄疸指数测定】

血清黄疸指数是测定病人黄疸程度的一种最简便的方法。将0.2%重铬酸钾用蒸馏水稀释成不同浓度作为标准管，然后将病人血清与标准管比色而得相应的黄疸指数。正常值<6单位，其数值约为血清胆红素以毫克计算时的数值的10倍。

测定黄疸指数时，血清必须无溶血，所用注射器、针头、试管须十分干燥以免发生溶血而影响结果。饭后之血液标本内如含摄入之脂质较多，容易显混浊而影响测定结果，故应空腹采血。摄食含胡萝卜素甚多之食物，亦能使血清黄色色泽加深，此称为胡萝卜素血症。此外，服用某些药物（如阿的平等）之后，血清黄色程度也可加深。

由于黄疸指数是用比色法来测定的，因此检查结果难免有检查人的主观因素，且易受到血中上述等各种色素的干扰，同时由于黄疸指数不能区别两种胆红素，因此，目前已用胆红素的定性和定量试验方法代替了黄疸指数的测定。

【血清总胆红素和一分钟胆红素定量测定】

(一) 原理：血清胆红素定量测定是将一定量的血清与重氮试剂反应显色后，用光电比色计测其色度，再查人工标准胆红素曲线而求其浓度。

(二) 试剂：

1. 空白重氮试剂：取浓盐酸 15 毫升加入 1 升容量瓶中，再用蒸馏水加至刻度混和。

2. 重氮试剂：

(1) 甲液：称取苯胺磺酸 1 克，放在烧杯中，加蒸馏水约 600~700 毫升及浓盐酸 15 毫升，溶解后倒入 1,000 毫升容量瓶中，最后再加蒸馏水稀释至刻度。

(2) 乙液：称取亚硝酸钠 0.5 克溶于蒸馏水 100 毫升中。临用时取甲液 10 毫升及乙液 0.3 毫升混合配成重氮试剂。

3. 无水甲醇。

4. 人工胆红素标准液：取分析纯无水硫酸钴 4.32 克或硫酸钴结晶 ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 7.84 克，溶于少量蒸馏水，置于 100 毫升容量瓶中，加入浓硫酸 1 毫升，再以蒸馏水稀释至刻度。此溶液相当于胆红素 0.01 毫克/毫升。

(三) 操作：取试管 3 支，分别写上空白 (B)、总胆红素 (T) 及一分钟胆红素 (1') 的标记。然后按下表进行操作：

步骤 \ 管别	B	T	1'
	(毫升)	(毫升)	(毫升)
1. 血清	0.2	0.2	0.2
2. 空白重氮试剂	0.5	—	—
3. 重氮试剂	—	0.5	—
4. 蒸馏水	4.3	1.8	4.3
5. 甲醇	—	2.5	—

混合后静置室温 30 分钟，用绿色滤光片（500~540 毫微米）将空白管液倒入比色杯中调节至光密度 0 处，读取总胆红素管之光密度，查阅标准曲线即得总胆红素之结果。此时在一分钟胆红素测定管中加入 0.5 毫升重氮试剂，立即混合并记录时间，倒入另一比色杯中，到达一分钟时即读取此管之光密度读数。查标准曲线后即得一分钟胆红素结果。

（四）标准曲线绘制：取试管 8 支，编号 1~8，然后按下表进行操作：

步 骤	管 号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	(毫升)	(毫升)	(毫升)	(毫升)	(毫升)	(毫升)	(毫升)	(毫升)
1. 人工胆红素标准液	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.0	3.0
2. 蒸 馏 水	4.9	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.0	2.0
3. 相当于胆红素毫克/100毫升	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0

以蒸馏水作空白，用绿色滤光片（500~540 毫微米），校正到光密度 0 处，分别读取 1~8 管之光密度读数，再将各管读数与其相应之浓度作图，绘成标准曲线。

【尿胆红素定性测定】

（一）原理：用氯化钡加入尿中产生硫酸钡沉淀，后者可吸附胆红素。将尿中硫酸钡沉淀用滤纸过滤，然后使硫酸钡沉淀再与氯化高铁试剂作用，如有胆红素存在，即可出现绿色反应，此由于胆红素氧化成胆绿素的缘故。正常尿中胆红素量极微，胆红素定性试验呈阴性反应。

（二）试剂：

1. 氯化高铁试剂（又称福氏试剂）：溶解 25 克三氯醋

酸于 100 毫升蒸馏水中，再加入 10 毫升 10% 氯化高铁溶液。

2. 10% 氯化钡溶液。

(三) 操作：

1. 取试管一支，加入约 5 毫升尿。
2. 加入约等量之 10% 氯化钡溶液，混合后以滤纸过滤。
3. 待液体全部滤下，即可沿滤纸边滴加氯化高铁试剂 2~3 滴，如在滴入试剂处出现绿色，即为阳性反应。
4. 依其绿色之深浅判定阳性之强弱。
5. 滴试剂后颜色不变者为阴性反应。

【尿胆素原定性测定】

(一) 原理：尿胆素原在酸性溶液中与对-二甲氨基苯甲醛作用形成红色的化合物。此即所谓尿胆素原的“醛反应”。正常时尿中含有少量的胆素原，因此亦可出现浅红色反应，如果将尿稀释 20 倍后仍出现红色反应时则属病理现象。

(二) 试剂：

欧氏醛试剂：对-二甲氨基苯甲醛	2 克
盐酸（分析纯）	75 毫升
蒸馏水	75 毫升

称取对-二甲氨基苯甲醛 2 克，溶于 75 毫升蒸馏水内，然后加入浓盐酸 75 毫升，混合即可。

(三) 操作：取试管 1 支加入尿液约 2~3 毫升，倾斜试管慢慢加入欧氏醛试剂约 1 毫升，接触处出现红色环者为阳性反应。

第二节 蛋白质代谢的肝功能试验

血浆中含有大量蛋白质，种类甚多，各有其不同的理化

性质和特殊的生理功能，一般可分为白蛋白、球蛋白和纤维蛋白原三类。用纸上电泳法球蛋白又可分为 α_1 、 α_2 、 β 和 γ 等四种。正常成人血浆总蛋白量为6~8克%，其中白蛋白为4~5克%，球蛋白为2~3克%，纤维蛋白原为0.2~0.4克%。

【肝脏在血浆蛋白合成中的作用以及血浆蛋白的生理功用】

肝脏是体内蛋白质代谢非常旺盛的器官，具有合成蛋白质的强大能力，许多血浆蛋白质含量的变化都与肝功能密切相关。

现已了解，血浆白蛋白几乎全由肝细胞合成，成人肝脏每日约向血浆中释放12~14克的白蛋白； α 及 β 球蛋白主要也是由肝脏合成。许多凝血因子也由肝脏合成。肝脏疾患时，这些血浆蛋白质的含量可以发生变化，故临床上常测定血浆中各种蛋白质含量来作为肝功能试验。

血浆蛋白有重要的生理功用：

(一) 维持血浆胶体渗透压：正常人血浆的渗透压，在37℃时，约等于7.7大气压，即5,852毫米汞柱。其中绝大部分是小分子物质如电解质、葡萄糖等形成的晶体渗透压，这对维持细胞内外水分的正常分布极为重要；另一部分是血浆蛋白质大分子所形成的胶体渗透压。胶体渗透压虽然只占总渗透压的极小部分（约为25毫米汞柱），但对血管内外水分的分布有很大影响。因为在正常情况下，血浆蛋白质不易通过毛细血管壁，而血浆中蛋白质的含量又较组织液中蛋白质的含量高得多，故血管内的胶体渗透压较血管外大，有使水分维持在血管内部的作用，从而维持了正常的血浆量。渗透压的大小取决于溶质颗粒的多少，而血浆白蛋白比球蛋白