

血液的臨床化學檢驗

曹元宇編著

上海中外書局出版

書號：0015 25開 358用紙面 新定價：¥ 26,500

書 名	血液的臨床化學檢驗
編 著 人	曹 元 宇
出 版 者	中 外 書 局 上海中山東一路十八號
印 刷 者	洪 興 印 刷 所 上海山海關路四〇六弄二〇號
發 行 者	中 外 書 局
經 售 處	全國各地公私營書店

1952年12月初版(印數) 0001—1500 冊

1953年9月再版(印數) 1501—2000 冊

自序

臨牀化學檢驗，是近代臨牀醫學上的一個重要環節，——這是大家所公認的。許多疾病，尤其屬於新陳代謝方面的，如果不經過化學檢驗，在診斷上和治療上都是不容易正確的。化學檢驗的對象材料，通常是血液，消化液，痰，尿和糞等等；而其中尤以血液最為重要，所以，血液的化學檢驗，是臨牀醫學上最重要的部分。

血液——這周流全身的液體——含有極複雜的成分。這些成分：有的是細胞營養所需要；有的是細胞生活所產生的廢物；有的是用來控制某些細胞的活動度，平衡體中的酸鹼度，以及調節組織間的水的。這些成分的含率，在正常時候是一定的；但在病理時候，就相應地發生變化了。例如：患腎臟炎病人的血，非氮氮顯著地增加；而在貧血病時候，血中的血紅朊和鐵的含率，就要減少。患蛋白尿病人的血，蛋白質常見減少；而在糖尿病時候，血中葡萄糖常大大地增高。這許多例子，說明了：因種種特殊病症，血中某種成分的含率，自會相應地發生變化；或者相反地說：血成分有了某些變化，就常會發生某些病症。不但如此，有時在治療過程中，血液的化學檢驗，又可以把它看做指示的南針。例如：用維生素來治療維生素缺乏症時候，如果隨時測定血中該維生素的含率，就可以判斷用藥量的應否增減。又如：用硫氰化物來治療高血壓時候，血中硫氰化物含率的測定，也能夠拿來做增減用藥分量的標準。

近年來我國的醫學，不論在預防醫學方面，或臨牀醫學方面，都有長足的進步。因此，對於化學檢驗的期待，更覺得十分殷切。關於檢驗工作，雖是化學檢驗人員的任務；但也是一般醫師所應該知道，並且也是應該會做的。這一本書，就是為了供一般醫務人員和生物化學家

以及醫學學生的參考而寫的。當然，臨牀化學的範圍是非常廣泛的；我們不容易把所有的材料，搜羅得毫無遺漏。不過，關於臨牀化學檢驗的重要材料，多已編輯在這書裏面，也可算得應有盡有的了。

關於氣量法——測量氣體的體積的測定法——因為需要許多特別儀器和多量的水銀，所以我考慮之後，終於大胆地把它屏棄（這方面的知識，可參看本書附錄中介紹的中文參考書籍）。相反地，像紅血球的計數方法，本來不屬於化學檢驗的範圍；因為它要用來計算每個紅血球中含有血紅素的分量的緣故，所以我倒把它詳細地記述了。

在現在的歷史階段，我國在臨牀化學檢驗方面的創制和改進的方法，無可諱言地還是很少；因此，本書所敘述的，大多數是外國的方法。這些方法，雖然是現代世界上通用的，但不能說沒有缺點，這個正可以給我們參考，作為改進和創制新的方法的藍本。我學識淺薄，聞見又很有限，倉卒間寫成這一本書，錯誤是不能免的。希望讀者隨時加以糾正，這不僅是我個人的榮幸吧！

公曆 1952 年國際勞動節

曹元宇自序於鎮江江蘇醫學院生物化學科

凡 例

1. 本書分爲 41 節,除第一節總說之外,其餘各節都清楚而詳細地敘述檢驗方法——每節中少則一個方法,多則 9 個方法——總計全書有檢驗方法一百多個。
2. 每節之後,常附以說明;這說明中,主要地敘述臨牀上的關係,這對於醫師是有用的。
3. 書末編有附錄,敘述少數常用的定規溶液的簡易製法,各種常用藥劑和中文參考書等等。
4. 所用物質名詞,以採取中央人民政府教育部的「化學命名原則」和中國化學會的「物質名詞」爲標準;醫學名詞,多以「高氏醫學詞彙」(1949 年版)爲標準;一般術語,多以向來通用者爲標準。
5. 因爲目前音譯還沒有一定標準,所以外國人名和專有名詞,都用原文。
6. 略字和它的意義如下:

略字	英 文	物理學會定名
m.	meter	米(公尺)
c.m.	centimeter	厘米
mm.	millimeter	毫米
μ	micron	微米
cc.	cubic centimeter	毫升
sq.mm.	square millimeter	平方毫米
sq.m.	square meter	平方米
c.mm.	cubic millimeter	立方毫米

略字	英 文	物理學會定名
mg.	milligram	毫克
gm.	gram	克(公分)
kgm.	kilogram	仟克(公斤)

此外,

pH 氫游子節, 卽 $\frac{1}{\text{氫游子濃度(克游子/1000cc.)}}$

% 百分率

7. 溫度採用攝氏; 例如 37°, 就是攝氏 37 度。
8. 正文中, 在右上角有阿剌伯數字註明者, 是文獻的號數; 而這些文獻, 則見於書末。

目 錄

一 血液總說.....	1
二 血細胞數.....	6
(甲) 紅血球數	6
(乙) 白血球數	13
(丙) 血小板數	15
(i) 直接法.....	15
(ii) Cramer=Bannerman 法.....	16
說 明.....	18
三 血球填積(血球體積).....	21
四 紅血球沉降速率.....	24
(甲) Westergren 法	25
(乙) Wintrobe 法	26
(丙) Zeckwer=Goodell 法.....	28
(丁) Linzenmeir 法.....	28
五 紅血球的脆性.....	30
六 凝血時間,鈣時間,凝塊牽縮,流血時間	32
七 全身血液的體積.....	38
說 明.....	42
八 血紅朊.....	45
(甲) Tallquist 法	49
(乙) Sahli 法	50
(丙) Newcomer 法	51
(丁) Wong 法	54

說明.....	57
九 血紅朊和它的關聯物質的分光的鑑識.....	65
一〇 血的檢出.....	70
(甲) 血的血晶試驗.....	71
(乙) 聯苯胺試驗.....	72
(丙) Gregersen=Boas 試驗.....	74
(丁) 磷-聯甲苯胺試驗.....	75
(戊) 磷-氨基甲苯試驗.....	75
(己) 酚酞試驗.....	76
(庚) 瘻創樹脂試驗.....	76
(辛) 螢光素試驗(曹元宇=陳育英).....	77
一一 pH(氫游子節).....	79
Cullen-Hawkins 法.....	79
說明.....	83
一二 非脫氮.....	85
(甲) Folin 法.....	86
(乙) Koch=McMeekin 法.....	91
(丙) Wong 法.....	94
說明.....	96
一三 尿素(脲).....	99
(甲) Van slyke=Cullen 法.....	99
(乙) Hawk=Andes 法(改變的).....	101
一四 氨基酸.....	104
(甲) Folin=Wu 法(比色法).....	104
(乙) Danielson 法(比色法).....	105
(丙) Frame=Russel=Wilheimi 法.....	108
一五 肌酸和肌(酸)酐.....	111
(甲) 肌酐的定量.....	111

(乙) 肌酸的定量	113
一六 尿酸	116
尿酸的定量	116
(甲) Folin 法	116
(乙) Folin 分開法	119
(丙) Brown 法	121
說 明	123
一七 胍鹽基	124
胍鹽基的定量	124
(甲) Andes = Myers 比色法	124
(乙) Andes = Myers 光電量法	127
說 明	127
一八 靛素	129
一九 葡萄糖	132
(甲) Folin-Wu 法	133
(乙) Folin-Malmros 法	135
(丙) Benedict 比色法	139
(丁) Hagedorn = Jensen 法(微量法)	141
(戊) Hoffman 赤血鹽光電量法	145
說 明	147
二〇 醣耐量試驗	149
(甲) Janney = Isancson 法	150
(乙) Exton = Rose 1 小時試驗	152
(丙) Exton = Rose - Goned 等法	153
說 明	154
二一 脂類	155
(甲) 總脂類	155
A. Bloor 血脂類的分析法	156

1. 總膽固醇的定量.....	156
2. 膽固醇酯和膽固醇的定量.....	158
3. 脂肪酸和總脂類的定量.....	159
4. 總磷脂類.....	163
(乙) Youngburg=Youngburg 卵磷脂定量.....	166
(丙) Schoenheimer=Sperry 總膽固醇和游離膽固醇的定量.....	169
說 明.....	172
二二 胆紅素	175
(甲) Van den Bergh 反應.....	175
(乙) Van den Bergh 反應(又一法).....	179
(丙) 血清中胆紅素的定量.....	180
(丁) 1分鐘胆紅素和總胆紅素的定量.....	181
(戊) 胆紅素的定量.....	184
(己) 黃疸指數.....	186
(i) Bernheim 法.....	186
(ii) Newburger 法.....	187
(iii) Davis 法.....	188
說 明.....	189
二三 血清脲,血清球脲,總脲和血纖維脲原	192
(甲) Campbell=Hanna 脲和球脲定量法(改變的).....	192
(乙) Campbell=Hanna 脲和球脲定量法(光電計法).....	195
(丙) Looney=Walsh 脲,球脲定量法(比濁法).....	196
(丁) Greenbury 脲和球脲定量法.....	198
(戊) 磺基柳酸比濁法.....	199
(己) Kinsley 脲和球脲定量法.....	202
(庚) Campbell=Hanna 血纖維脲原定量法(改變的).....	206
(辛) Mylone=Winternitz=Sütö Nagy 血纖維脲原定量法.....	208
(壬) Muntaryler 血纖維脲原定量法.....	209
說 明.....	210
二四 Weltmann 反應, Gate=Paracostas 反應, Leyva 反應	211

(甲) Weltmann 反應	211
(乙) Gate=Paracostas 反應	213
(丙) Leyva 反應	214
二五 酚類	216
二六 乳酸, 丙酮酸(焦葡萄糖)	219
(甲) Dische=Laszlo 乳酸定量	219
(乙) Friedmann=Hangen 丙酮酸定量	221
二七 維生素	224
(甲) 胡蘿蔔素和維生素 A	224
(乙) 菸酸(菸草酸)	227
(丙) 對氨基安息香酸	229
(丁) 維生素C	232
(i) Magnusson=Arlene=Osterbury 法	232
(ii) Farmer=Abt 法	234
(iii) Mindlin=Butler 法	235
二八 酶(酵素)	238
(甲) 磷酸酯酶	238
(i) King=Armstrong 碱性磷酸酯酶和 Gutman=Gutman 酸性磷酸酯酶的定量	238
(ii) Bodensky-Barringer=Woodard 酸性磷酸酯酶定量法	241
(iii) Bodensky 碱性磷酸酯酶定量	244
(乙) Cherry=Crandall 脂肪酶定量	246
(丙) Somogyi 澱粉酶定量	247
二九 水分, 總固體	250
三〇 氮	251
(甲) Wilson=Ball-Kramer 法	251
(乙) Sendroy 光量法(改變的)	253
(丙) Schales=Schales 法	255

	(丁) 吸附指示劑法	256
三一	溴	258
三二	碘	261
三三	硫	267
	(甲) Power=Wakefield 血清無機硫酸鹽定量法	267
	(乙) Hubbard-Wakefield 無機硫酸比色定量法	270
	(丙) Letonoff-Reinhold 無機硫酸定量	272
	(丁) 總硫酸的定量	275
三四	磷	277
	(甲) Youngburg=Youngburg 法(比色法)	277
	(乙) Youngburg=Youngburg 法(改變的)	281
	(丙) Fiske=Subbarow 法	283
✓ 三五	鈣	287
	(甲) Roe=Kahn 法	287
	(乙) Clark=Collip-Kramer=Tisdall 法	289
✓ 三六	鈉	294
	(甲) Kramer=Gittleman 法	294
	(乙) Weinbach 法	297
✓ 三七	鉀	300
	(甲) Kramer=Tisdall 法	300
	(乙) Looney=Dyer 法	302
三八	鐵	306
三九	對-氨基苯磺醯一胺和它的類似藥物	308
	(甲) Marshall 法	308
	(乙) Bratton=Marshall 法	310
	(丙) 張昌紹法	314

(丁) 曹元字法	315
四〇 對-氨基柳酸	318
四一 硫氰酸鹽	320
(甲) Barker 法	320
(乙) Bowler 法	322
附 錄	
1. N/10 HCl 製法	324
2. N/10 NaOH 製法	324
3. 溶液濃度和沖淡體積的關係	325
4. 0.1N AgNO ₃ 製法	326
5. 0.1N KMnO ₄ 製法	326
6. 0.1N I ₂ 製法	327
7. 0.1N Na ₂ S ₂ O ₃ 製法	327
8. 常用的中和指示劑製法	327
9. 常用的酸類和鹽基類溶液製法	327
10. 等張溶液製法	328
11. Wright 染劑	329
12. Giemsa 染劑	330
13. 鉻酸清淨液	330
14. 中文參考書籍	331
索引文獻	332

一 血液總說

血液 (Blood) 是身體內的循環流體。它的作用，很是重要；現在把它分爲下列幾點：

- (a) 從腸壁帶了(食物的)營養成分到全身各組織，以爲營養。
- (b) 從肺泡帶了(空氣中的)氧氣到全身各組織，以供氧化。
- (c) 從組織帶了廢物到排洩器官(包括肺，腎，腸，皮膚等)，以資排洩。
- (d) 各器官材料的運輸媒介。
- (e) 激素的運輸媒介。
- (f) 幫助防禦疾病。
- (g) 平衡酸性和碱性。
- (h) 平衡身體內各部的水分。
- (i) 平衡身體內各部的溫度。

血液的組成——便利上，我們能夠認血液是許多種類的細胞混懸於一種流體中間。這流體叫做血漿(Plasma)；細胞部分，包括三大類：

- (a) 紅血球 (Red blood cells; Erythrocytes),
每 c. mm. 的血約含 5,000,000 個。
- (b) 白血球 (White blood cells; Leucocytes),
每 c. mm. 的血約含 10,000 個。
- (c) 血小板 (Blood platelets; Thrombocytes),
每 c. mm. 的血約含 300,000 個。

上面所示的數目是概略的(雖在正常情形，也有多少的變化)；不過由這些數目，大概能夠知道這三種細胞的多少，並且大概知道有下列的

比值：

紅血球數：血小板數：白血球數 = 500:30:1

在血中還有所謂乳球(Chylomicrons)也是混懸於血漿裏面。它是脂肪所成,但不是細胞。用了遠心分離方法,並且加了抗凝血藥品,能夠把細胞和血漿分開。在這種實驗中,可知細胞約佔血的體積的40—45%,血漿約佔55—60%。

血漿是無色或淡黃色液體。它的組成非常複雜;大概地說,它含有水份,脛(蛋白質),其他有機物和無機鹽類。在蛋白質方面有脛(白蛋白)(Albumin),球脛(球蛋白)(Globulin),血纖維脛原(Fibrinogen),和凝血酶元(Prothrombin)等重要蛋白質,它們約佔總血漿的7.5%;蛋白質以外的其他固體約佔1.5%;水大約佔91%。

紅血球中含有一個重要的蛋白質,叫做血紅脛(Hemoglobin)。它是一種綴合脛(Conjugated protein);其中除了脛(名血球脛Globin)外,其他部分是一種含鐵的化合物叫做血紅素(Heme),換句話說,就是:

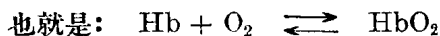
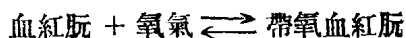
血紅脛 = 血球脛 + 血紅素

血紅脛的分子量很大,諸家用許多方法測定,是63,000—68,000;每一克分子中含有鐵原子四個。血紅脛除了最重要的一個任務(從肺臟帶氧氣到組織細胞)外,還有搬運細胞裏產生的廢物(二氧化碳)由肺臟排洩和平衡體中的酸鹼等功用。

血紅脛約佔全血液的15.6%(100cc.血中含15.6 gm.),就紅血球說,血紅脛約含33%(水分約65%)。一個正常男子,大概每Kgm.體重,平均有血液90 cc.。假使他的體重是60 Kgm.,那末,血液總量大約是5,400 cc.;而血紅脛的總量大約是840 gm.(因為血紅脛含鐵0.33—0.34%,所以也等於含鐵2.8 gm.)。

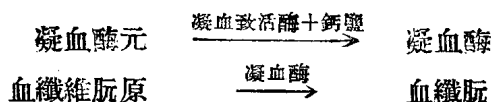
血紅脛能夠搬運氧氣,是因為它能夠和氧氣化合而生帶氧血紅脛

(Oxyhemoglobin)。這化合是：



當血液通過肺泡的時候，雖然不能完全變為帶氧血紅朊，但一部分生成的帶氧血紅朊達到組織，又部分地分解而發生氧氣，而供組織細胞利用；利用的結果，就發生二氧化碳。這種不完全的化學變化，已經足夠供給全身細胞的氧化。如果也把上例(60 Kgm. 的男子)來說，經常血中所存化合的氧氣約有 1,000 cc.，這分量的氧，已經足夠全身細胞的利用了。

血漿中的蛋白質(血漿中含朊約 4.5%，球朊約 1.7% 血纖維朊原約 0.3%) 中，朊和球朊，主要的功用是平衡酸鹼性，及調整血液和各組織間的水份。血纖維朊原的功用是使血凝結；現今相信血的凝結是這樣的：

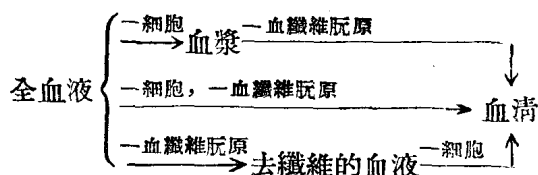


凝血致活酶(Thromboplastin)是血小板的產物。鈣鹽是血的正常成分，此二物使凝血酶元變成凝血酶(Thrombin)。因此，凝血酶又使血中的纖維朊原(溶性)變為纖維狀不溶性的血纖維朊(Fibrin)。這血纖維朊分量雖是很少，但是能夠結成一個比較堅固的網，使全血變成不流動狀。這種作用，叫做血液的凝結(Clottng)。血液凝結後，這凝塊(Clot)慢慢地又自動縮緊起來。此時能夠擠出一種無色或淡黃色的透明液體，這就是血清(Serum)。這自動擠出血清的速率是很慢的。我們如果把血凝塊用壓迫，攪碎，和遠心分離等機械方法去破壞它的形狀，那末，血清很容易分開。或者在血液開始凝結的時候，就用玻棒攪拌，和或玻璃球一同振盪；這樣生成的血纖維朊就成“絲球”(常粘附在玻棒上)而不成“網狀”。假定再用心離法，就更容易把血清分開了。

血清和血漿組成上的不同，主要地，是後者含有血纖維朊原，而前者沒有血纖維朊原。在血漿調製時候，因為要阻止血纖維朊原變成血纖維朊，所以加入抗凝血劑。此劑，普通是用草酸鈉(Sodium Oxalate)，或檸檬酸鈉(Sodium Citrate)，因為它們能夠除去血中原有的 Ca^{++} 。製成血漿之後，其中如補加鈣鹽(例如氯化鈣)，那末，血漿中的血纖維朊原又容易變成不溶性的血纖維朊。如把後者用溫過法或心離法除去，也就得到血清。

如血液在凝結以前，就用機械方法使它不能成為凝塊；而所生的血纖維朊(常攪合成團而附於器具的上面)設法除去；這樣就得到去纖維的血液(Defibrinated blood)。這物，含有細胞(血球)而不含血纖維朊原。

現在把血漿，血清和脫纖維的血的關係表示如下：



血液除了蛋白質(和水)之外，還含有許多種類的有機物，無機物和氣體；在有機物中，也有許多含氮的物質(非朊 Non-Protein)，像尿素(脲 Urea)，肌酸(Creatine)，肌酐(Creatinine)，氨基酸(Amino-acids)，氨(ammonia)等。在脂類中，有各種脂肪(fats)，磷脂類(Phospholipids)，膽甾醇(Cholesterol)等。在醣類方面有葡萄糖(glucose)等。沒有完全被氧化的物質有酮體(acetone bodies)，乳酸(lactic acid)等。在有機物中，還有許多維生素(Vitamins)和激素(Hormones)。無機物方面有鈉、鉀、鈣、鎂、鐵、銅、氯、碘、硫酸鹽、磷酸鹽等，氣體方面有氧、氮、二氧化碳。

血的一般組成見下表(1)：(在成分欄中，如不註明是對於血漿或血清，就是對於總血液而言)。