

外科体液问题

[英] A. W. 魏尔金生 著 王慰年 方作平 庄心良 译

外科体液問題

〔英〕A. W. 魏尔金生 著

王慰年 方作平 庄心良 譯

方作平 校閱

任廷桂 审閱

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书扼要地討論了外科临床体液变化的基本問題。重点闡述外科常見疾患如損傷、休克、胃腸道失液以及各重要系統疾病对外科患者的影响，內容密切联系生物化学和病理生理学的基
本理論，并从实用角度概述其診斷及处理原則。此外，对小儿外科的水和电解质平衡紊乱問題亦有专章論述。

本书对外科医师有实用参考价值。

BODY FLUIDS IN SURGERY

A. W. Wilkinson

E. & S. Livingstone LTD. 1960

外 科 体 液 問 題

王慰年 方作平 庄心良，譯

方作平 校閱 任廷桂 审閱

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1168 1/32 印张 7 2/32 版面字数 186,000

1963年3月第1版 1963年3月第1次印刷 印数 1—6,500

統一书号 14119·1082 定价(十二) 1.00 元

譯 者 序

外科領域內的各種病理狀態，如損傷、出血、感染、消化道疾患等，乃至手術、麻醉等各項治療措施，均可對體液平衡產生不同程度的影響。故正確認識外科患者體液變化的規律及掌握體液紊亂的治療原則，直接關係到整個治療效果。

近數十年來，由於生物化學、病理生理學等的发展迅速，體液平衡的研究亦漸趨深入。近十餘年來稀釋方法，尤其是放射性同位素等的應用，更可精確測定體液及其成分的含量與動態，使研究體液平衡的科學性有所提高。但鑑於技術、設備條件及其掌握程度等的限制，致臨床上廣泛應用的價值及可能性尚存在問題。

Wilkinson 氏所著《Body Fluids in Surgery》一書頗切合實用。本書主要從臨床角度闡述體液變化的規律，並適當介紹有關生物化學、病理生理學等基本理論及新測定方法等研究成果，內容簡要，綱目清楚，條理分明。譯者認為對臨床工作者有參考價值，乃不揣譯筆譴陋，予以譯介。

譯者於翻譯時雖力求內容真實、文句通順、名詞統一，但由於學識淺薄、文筆拙劣，謬悖之處恐所難免，尚祈讀者、先進不吝批評、指正。

對李寶華、顏和昌兩位主任在翻譯過程中給予我們的鼓勵與幫助，謹致謝意。

譯 者 識 1962年6月

目 次

譯者序

第一章 水、鈉、鉀在体内的含量和分布	1
体内脂肪与含水量間的关系(1) 体内含水量(5) 体内水的分布(6) 鈉和鉀的总量(6) 体内水分的区分(10) 細胞膜的渗透性与体液的交换(11) 水的平衡(15)	
第二章 鈉	24
体内鈉的正常含量和分布(24) 鈉的交换(24) 鈉平衡的紊乱(29)	
第三章 鉀	40
正常含量和分布(40) 摄入和排出(41) 鈉和鉀代謝的比較(41) 血浆鉀浓度(44) 鉀的缺乏(45) 鉀儲留(52) 鎂(53)	
第四章 体内化学中和性的維持	56
“酸碱平衡”(56) 酸碱平衡的紊乱,酸中毒和碱中毒(63)	
第五章 损伤的作用	69
损伤后体液的轉移(69) 限制入水和摄食后的代謝变化(72) 手术后尿液成分的改变(75) 能的需要(82) 体重的变化(84) 血液的化学变化(85) 内分泌的变化(87) 治疗問題(91)	
第六章 休克	95
分类(95) 休克的前置因素(102) 诊断(104) 治疗(106) 对有准备的手术中休克的預防(112) 挤压症候群(113)	
第七章 损失胃肠道分泌物引起的病理紊乱	116
食管梗阻(117) 胃液損失(118) 肠液損失(122) 輸尿管移植术后体内生化紊乱(130)	
第八章 外科病人兼有其他疾患时对体液和电解质平衡的影响	134
心脏疾患(134) 肝脏疾患(135) 肾脏疾患(137) 尿毒症(138) 尿閉(140)	
第九章 诊断	148
第十章 治疗	152
一般原則(152) 手术前后的治疗(153) 血容量的恢复和維持(157) 血浆代用品(159) 营养的維持(169) 水的供应(177)	

电解质含量的补偿和维持(177) 静脉输注法(181)	
第十一章 婴儿及儿童时期的水和电解质的紊乱	184
身体的组成成分(184) 水的平衡(187) 肾功能(190) 损伤对	
代谢的作用(192) 体液损失的作用(194)	
附录一	205
附录二	207
参考文献	209

第一章 水、鈉、鉀在体内的含量和分布

收集呕吐物、瘻管排泄物或粪便，并测定其中某些液体成分的总量与浓度，一般并不困难。然而要在临床上充分应用这些测定结果，就必须掌握在疾病早期，以及治疗中各个阶段，机体组成情况的有关知识，才能给予体液损失对临床病症的影响，机体能够耐受的限度，补充水与电解质的速率，补液性质与补液量作出正确的估计与决定。遗憾的是，没有二个人体的情况是完全相同的，而且不同年龄、性别、体重与身长的平均变化范围也很大。鉴于体重、身长、脂肪含量、肌肉或骨骼重量之间并无密切的关系，所以根据所谓标准表的数值计算水、鈉、鉀或其他化学成分在体内的含量，而非对个体进行直接测定，则悬殊颇大。然而在实际上，该计算方法在认识疾病对机体的影响及计划适当的治疗方面还有其一定的价值。

体内脂肪与含水量间的关系

通常假定水分在体内的含量有一固定的比例，即为体重的70%左右。在掌握补液治疗中，过去也有人利用测得的体重来计算血浆与细胞外液量，以期更准确地掌握补液疗法。近来认识到，这种忽略体内储备脂肪的计算方法是很不精确的，且常导入歧途。

Hardy 和 Drabkin 氏 (1950) 发现，非常肥胖的人每公斤体重仅有血量 70 毫升，而极其瘦瘠的人每公斤体重则含血量 105 毫升。Gibson 和 Evan 氏 (1937) 曾指出，普通营养条件下的人，其血量与身长有密切的关系。新近 Allen 氏等 (1956) 分析了文献上和他們自己的大量关于血量的测定值，得出結論如下：体内的脂肪含量为一最重要的可变因子；血量一般与体重及身长的立方有

密切关系,血量与身長立方的关系,較其与身長或体表面积的关系为密切,血量与身長立方的关系亦較其与身長平方的关系为大。

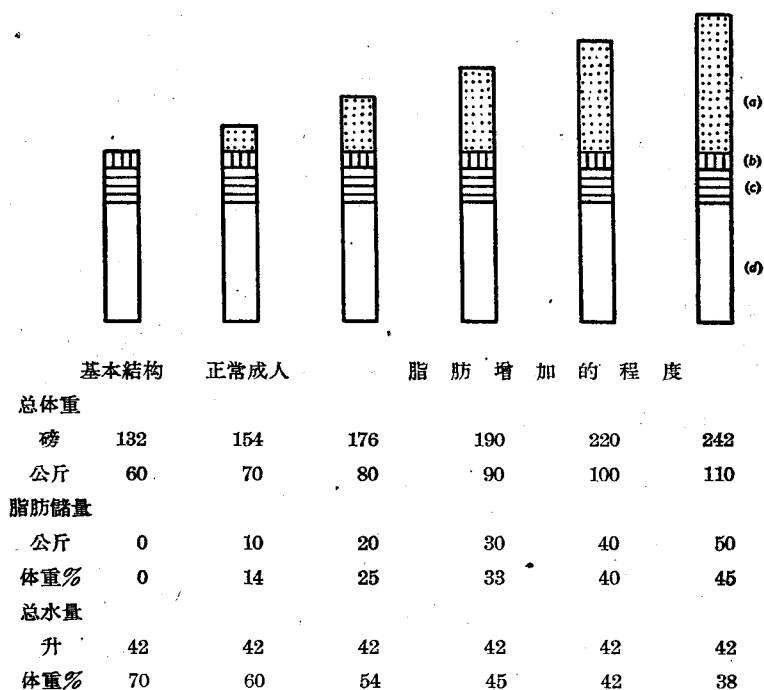
当許多外科手术与炎症所引起的水、电解质含量与分布的急剧变化,不涉及脂肪时,此时脂肪被視為无作用的組織。另一方面,在許多疾病或损伤后儲存的脂肪作为能量的源泉进行分解代謝,这是体重显著減輕的因素之一;同时体重減輕又是根据总体重計算体液量发生錯誤的另一原因。

脂肪浮于水面,而胖者比瘦者易浮。人体脂肪含量增加时,在水中的密度减小,比重降低。先后在空气中及沉沒在水中称量体重,可直接測出人体的比重,而人体的脂肪含量可由此比重算出。Behnke 氏(1942)发现,脂肪含量是人体功能效率的重要負担,脂肪含量过多的人,不能胜任高空飞行或潜水。众所周知,一般肥胖者对于外科手术的适应条件較差,通常都归咎于胖者的机械效率較差,例如肥胖患者在病床上活动比較困难,咳嗽費力,由于身体笨重而举动費劲,有些人胖到沒有旁人相助就不能起床的地步,更少数的胖者甚至在床上平躺后竟致呼吸窘迫及紫紺。Behnke 氏从大量人体組成分析中,假定一种人体較恒定的基本組成結構,称之为“少脂組織結構”。此結構由 70%水分、20%固体物质和 10%最低限度的組織脂肪組成。这个結構形式不是人类所特有的,Pace 和 Rathbun 氏(1945)发现在包括豚鼠与猴子在內的六种小动物,虽然其脂肪含量差异很大,但少脂組織結構却是十分恒定的。要是除外过多的脂肪,那么少脂組織結構含有大約 73% 的水。如果在此基本构成中加上儲存的脂肪,則体重增加,纵然体重与少脂組織結構的組成不变,但水分在整个身体中的百分比降低了。人体的脂肪含量各人不同,可由体重的 10%到近乎 50%。极胖的人,其体内水量可少于体重的 40%。

表 1 与图 1 示身体脂肪含量增加的作用。为明了起见,图表中的水、固体、脂肪結構的基本量均予固定,虽然实际上可略有出入。基本結構項是指显著消瘦而无任何脂肪儲存的人,第二項則代表正常人(图 1),其含水量相当于体重的 60%,脂肪儲量为体

表 1 体内脂肪含量增高的作用

	体 重 (公斤)	脂 肪			固 体 (公斤)	水	
		基 础 (公斤)	儲存或过多			占体重 百分率	升
			公 斤	占体重 百分率			
基本結構	60	6	—	—	12	70.0	42
普通成人	70	6	10	14.2	12	60.0	42
肥 胖 者	80	6	20	25.0	12	54.0	42
	90	6	30	33.0	12	44.5	42
极 胖 者	100	6	40	40.0	12	42.0	42
	110	6	50	45.5	12	38.0	42



注：(a)过多或“储备”脂肪 (b)必需或结构脂肪 (c)少脂組織固体 (d)水

图 1 体内脂肪含量增高的作用

重的14.2%，这是普通健康成年男子的組成情况。其余四項中，随着脂肪比例的升高，含水量比例降低，这种关系亦见图2。图2中含水量百分比的降低与脂肪含量百分比的升高与体重呈一相反的关系。健康成人的脂肪含量与年龄俱增（Brožek 和 Keys 氏，1952），20岁时脂肪含量为10%，55岁则增至25%，女子一般较男子为胖。

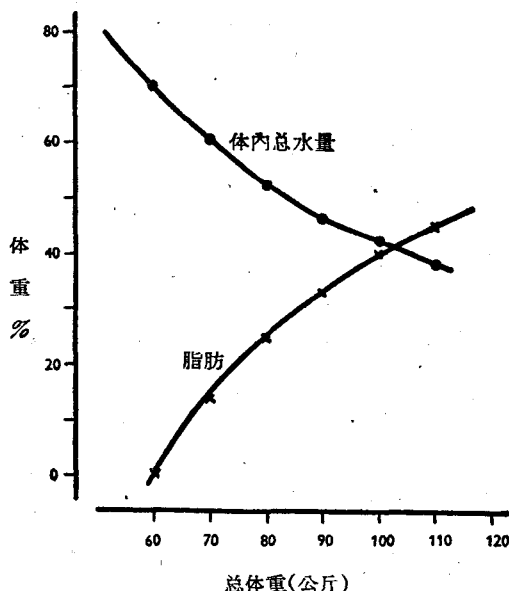


图2 脂肪含量增高与含水量降低之间的关系

由于外科病人体内总水量及其细胞外液、血浆容量的直接测定实际上存在着困难，故通常由体重计算病人体内总水量的方法还是实用的。由于体内脂肪含量与水含量的反比关系，除非扣除了过剩的脂肪储量，否则会造成由体重计算总水量的谬误。McCance 和 Widdowson 氏(1951)提议，这种计算应根据个体的“理想体重”，而不根据实际所测得的病人体重，这可能是临床应用上最妥善的测定方法。“理想体重”是性别、身长和年龄的函数，可由标准表查出。

Allen 氏等(1956)曾收集資料并由此制訂一公式。根据公式可以計算任何人的血量与脂肪量。他們确信其計算方法的准确性,不受种族、年龄、性别、肥胖程度、营养不良或性激素周期变化的影响。他們发现,未怀孕妇女的血量較同样身長、体重的男子少 600 毫升,孕妇則多 1 升,此外在月經周期相的影响中,含量亦有变化。但是两性在嬰兒与儿童时期其血量与脂肪含量則并无差异。两性的血量随年龄增加而逐渐减少。通过这些公式,可由测定的体重計算个体的实际脂肪含量,如果能知道健康时的体重,还可以比較病前病后二种不同体重計算的結果。此外从血球容积所測得的总血量,可以計算紅血球总量与血浆总量的变化。

血量公式:

成年男子与男孩: $B.V. = 0.417H^3 + 0.045T.B.M. - 0.03L$

成年女子: $B.V. = 0.414H^3 + 0.0328T.B.M. - 0.03L$

脂肪含量公式:

男子: $A = 0.685T.B.M. - 5.86H^3 + 0.42$ 公斤

女子: $A = 0.737T.B.M. - 5.15H^3 + 0.37$ 公斤

注: $B.V.$ = 血量(升) H = 身長(米)

$T.B.M.$ = 体重(公斤) A = 脂肪含量(公斤)

体内含水量

正常人体内的含水总量,曾以各种示踪剂的稀释法加以測定。此种物质的主要应具备条件,是能在所有体液中能迅速弥散。“重水”(氧化重氢, deuterium oxide)可自然产生,并含有重氢同位素(氘核),其化学或生物特性与普通水相似,故系一測定含水总量的理想物质。成年男子一次注射重水后 2~3 小时,重水迅速弥散通过細胞膜而达到平衡。重水无毒性,9 天内人体排出其半量左右,平衡后,血浆浓度保持稳定可达 19 小时(Elkinton 氏等, 1944)。安替比林也曾用作測定剂,近来发现应用 4-氨基安替比林(4-amino antipyrine)的測定結果更为准确。

Schloerb 氏等 (1950) 用重水, Prentice 氏等 (1952) 用氚 (tritium) 測定体内含水量, 得出比較接近的結果: 即正常男性的含水量为体重的 60~62%, 而女性为 52%。这些測定值可能略高, 而 Soberman 氏等 (1949) 应用安替比林測定的結果, 男性含水量为 56%, 女性为 48%, 虽然这些結果与根据身体比重的計算結果頗为相合, 然而可能是偏低的。Edelman 氏等 (1952) 发现, 新生嬰兒的含水量最高, 占体重的 77%, 出生后初 6 个月急剧减少至体重的 65% 以下, 以后的 10 年中則下降緩慢, 平均含水量为 59%。总水量与体表面积的比例进行性增加, 直至 12 岁, 然而男性体内含水絕對量最高是在 16~40 岁。青春期后, 男性比女性的含水量約多 7%, 但 50 岁以后两性含水量皆略有下降。他們的結論是, 健康成年男子平均含水量为体重的 61%, 女子为 54%, 此差异乃因青春期后女性脂肪含量較男性为高的緣故。

体内水的分布

通常认为有机体内的水分不是单独存在的, 水作用的水是复杂的离子平衡中的一部分, 它构成細胞质与体液, 大部分可能以特別稀釋的結合形式, 例如凝胶的形式存在。此种观点的可靠性究竟如何, 尚不得而知, 但对于理解人体水的大体分布与調节情况則無疑是有益的。体内水的总量与阳离子, 特別是鈉、鉀有关, 这些阳离子又調节着全部阴离子及与阳离子結合的水。

鈉和鉀的总量

鈉和鉀是調节水分的最重要阳离子, 虽然仅为体内矿物质的一小部分, 然而却是体内矿物质的最活跃成分 (表 2)。体内鈉、鉀总量的直接測定, 仅能由整个身体的化学分析中取得。然而除了尸体取得的困难外, 致死的疾病可能造成人体組成成分的很大变化。Widdowson 氏 (1951) 分析了四个人体, 发现随年龄及生前疾

病之不同,体内成分亦有显著差异。根据钠、钾放射性同位素的稀释原理,测定体内钠、钾总量正广泛地利用于研究,但常规地临床应用却有一定限制。

表2 体内阳离子总量

	克	毫克当量
镁	20	410
钾	135	3,400
钠	90	3,900
钙	1,120	14,000

正常血浆成分

阳离子(毫克当量/升)		阴离子(毫克当量/升)	
钠 (Na^+)	140	氯 (Cl^-)	103
钾 (K^+)	5	碳酸根 (HCO_3^-)	25
钙 (Ca^{++})	5	磷酸根 (HPO_4^-)	2
镁 (Mg^{++})	2	硫酸根 (SO_4^{--})	1
		有机酸	5
		蛋白质	16
	152		152

放射性同位素测定法是测定体内与注入的放射性物质相互平衡、相互转换的钠和钾,亦即“可转换的钠”(Na^e)和“可转换的钾”(K^e)。由静脉内注入适量的 ^{24}Na 和 ^{42}K , 收集 22 小时、23 小时和 24 小时的尿量。由后两个标本的比重,可以计算注入放射性物质的稀释情况,并将蜕减量与所测得之 22 小时平衡过程排出量加以校正。钠和钾皆有早期迅速的平衡阶段,此阶段约维持 30 分钟,并受肾、肝等脏器的活动性与血流情况的调节,而缓慢相则在随后的 18~20 小时中完成之。计算的误差率在 5% 左右,总量改变若少于 250 毫克当量,则对体内总量的变化无多大意义。

Moore 氏等(1954)结合 Forbes 和 Perley 氏(1951)与自己

的大量資料得出如下結論：健康成年男子，可轉換鈉(Na^+)总量为 42.1 毫克当量/公斤体重，可轉換鉀(K^+) 总量为 46.3 毫克当量/公斤体重。一个体重为 70 公斤的标准成年男子，体内可轉換鈉离子总量为 2947 毫克当量，可轉換鉀离子总量为 3241 毫克当量(表 3)。他們事先以放射性同位素鉀测得体内可轉換鉀为总鉀量的 95%，故体重为 70 公斤的理論上的标准的成年男子，其体内总鉀量可能在 3410 毫克当量(133.0 克)左右。他們还計算出，設若体内总鈉量的 1/4 左右在骨中不能轉換，則由此值和可轉換鈉值可算出体内总鈉量約为 3920 毫克当量(90.0 克)。可轉換总鈉量和总鉀量在体内理論上的分布方式是以細胞内液中的鈉、鉀浓度为依据，此細胞内液鈉、鉀浓度又根据测定体内总水量与細胞外液量之方法，而細胞内液量正是由这个結果推算出来的。例如 Corsa 氏等(1950)推算細胞内鉀浓度为 125 毫克当量/公斤，1954 年 Ikkos 氏等用安替比林测定体内总水量，用胰島素或硫代硫酸盐测定細胞外液亦获得一相应数值。但当他們用重水测定体内总水量时，得出細胞外鉀浓度为 112 毫克当量/升，而 Deane 与 Smith 氏(1952)亦得出同样結果。

表 3 体内鈉和鉀总量

可轉換鉀 = 46.3 毫克当量/公斤体重

70 公斤体重男子的可轉換鉀 = 3241 毫克当量

可轉換鉀 = 总鉀量的 95%

70 公斤体重男子总鉀量 = 3411 毫克当量

可轉換鈉 = 42.1 毫克当量/公斤体重

70 公斤体重男子的可轉換鈉 = 2947 毫克当量

骨中的鈉 55% 是不可轉換的，此量相当于体内总鈉量的 25% 左右。

∴ 可轉換鈉 = 体内总鈉量的 75% 左右

∴ 70 公斤体重男子的鈉总量 = $\frac{\text{可轉換鈉} \times 100}{75} = \frac{2947 \times 100}{75} = 3929$

毫克当量。

表 4 体液和鈉、鉀的分布*

男性, 70 公斤 (154 磅)

总水量 = 体重的 60% = 42 升

	細胞外液		細胞內液	
	血 漿	間 质 液	軟 組 織	骨 骼
体内水量%	7	21	60	10
容 量(升)	3	9	26	4
鈉	总量的 43.4% = 38.6 克 = 1680 毫克当量, 平均 140 毫克当量/升		总量的 9% = 8 克 = 390 毫克当量, 平均 15 毫克当量/升	总量的 47.4% = 42.3 克 = 1840 毫克当量, 平均 460 毫克当量/升
鉀	总量的 2% = 2.34 克 = 60 毫克当量, 平均 5 毫克当量/升		总量的 98% = 130 克 = 3360 毫克当量 平均 112 毫克当量/升	

* 这个分布表是拟断的, 乃根据血浆、間质液和細胞內液的假設标准量定出。鈉的分布是由这些假設标准量与細胞外液量、軟組織浓度表中测得, 不能轉換的骨鈉根据表 3 为体内总鈉量的 25%, 占骨鈉量的 55%。

总鉀量的 98% 左右存在于細胞內液, 大部分在骨骼肌內, 其浓度約为 112 毫克当量/升; 只有 2% 左右是在細胞外液中, 其浓度为 5 毫克当量/升 (19.5 毫克/100 毫升)。以往設想細胞內液只有比較少量的鈉, 絕大部分鈉是在細胞外, 然而现在可以将其分布作一新的划定, 詳见表 4。12 升細胞外液中有 1680 毫克当量鈉, 其浓度接近 140 毫克当量/升 (322 毫克/100 毫升)。

Hastings 氏 (1941) 由組織化学分析算出, 細胞內鈉浓度为 16.9 毫克当量/升, 但最近 Deane 和 Smith 氏 (1952) 应用放射性鈉得出高达 37 毫克当量/升的数值。Edelman 氏等 (1954) 計算出骨鈉約等于 23 毫克当量/公斤体重, 即 70 公斤体重男性成人总量为 1610 毫克当量。假使将 Deane 和 Smith 氏細胞內鈉总量数字中的骨鈉量加以校正, 那么軟組織鈉量是 15 毫克当量, 結果就恰恰与 Hastings 氏的数字一致。这样体内鈉的分布可按表 4 区分, 虽然鈉在骨骼与在体内其它組織中数量相当, 但在骨外組織中的鈉, 有 80% 是在細胞外液中。

体内水分的区分

細胞內水 細胞內水占体内水的最大部分(总水量的70%) (表5)。細胞內水由二层細胞膜与一层間质液分成許多小区,彼此隔开而复杂地分布着。

表5 体内水分的分布

	总水量 %	理想体重 %	70公斤成人的容量 (升)
体内总水量	—	60.0	42
細胞內液	70	42.0	30
細胞外液	28	16.8	12
間质液	21	12.6	9
血浆量	7	4.2	3

細胞內液形成原生质的一部分,与細胞內最主要的阳离子——鉀及細胞內最主要的阴离子——磷酸盐直接結合在一起。除了骨髓以外,細胞內液的鈉含量是低的,但是目前已经認識到几乎半数的骨鈉与体内他处的鈉可以互相轉換。所有的細胞內液交換都通过細胞外液进行,并有賴于細胞外围有足量的細胞外液。由于体内总水量与細胞外液量的不同,細胞內液仅能間接測定。由于重复測定体内总水量与細胞外液量的具体困难与誤差,使得紧密地随时了解細胞內液量与其成分的变化受到限制。

細胞外水 細胞外水量約为体内总水量的28%,并构成細胞的外环境。細胞外水又分为血管內与間质的二部分。血管內液(总水量的7%或“理想”体重的4.2%)存在于血管內,而血管外細胞外液亦即間质液,則存在于血管外組織細胞之間,并形成組織細胞的直接环境。細胞外液中最重要阳离子为鈉和含量很少的鉀,氯和重碳酸根离子是細胞外液之主要阴离子。除了血管內液含有大量蛋白质特点外,血管內液与間质液的化学組成的差异甚微。細胞外液可利用能自由弥散通过毛細血管壁,但不能自由通过細胞

膜的物质加以测定。但多数此类物质都略具能进入细胞的性质(如硫氰酸盐),或则在血浆与间质液中缓慢达到平衡(如菊粉),以致部分注入物质在平衡达到之前即已排出。其他如蔗糖在达到平衡前可能部分已代谢掉。应用硫代硫酸盐、菊粉和甘露醇所得测定值较低,而应用硫氰酸盐、放射性氯、放射性溴、放射性碘所得值较高,所以细胞外液量的测定似乎易行,但不准确。血浆量可根据稀释原理加以测定,例如注入用放射性碘(^{131}I)标志的白蛋白,或 T. 1824 蓝色染料(“伊文思蓝”),此染料可吸附于血浆白蛋白上,后者可能是临床应用上较方便,较为满意的方法。

血管内液总量虽小,却很快在血管中循环,并迅速通过毛细血管壁与间质液进行交换。间质液在细胞间流动,它与细胞内液亦进行交换。虽然每日液体交换量很大,但是血浆与间质液间却维持着 1:3 的正常容量比例。

曾经发现血浆与间质液之间每日约有 1100 升的液体在运行着,同时每日约有 8 升液体由消化道分泌出来,并在肠道重新吸收。毛细血管壁与细胞壁对水的巨大渗出性,已由重水在机体中迅速平衡予以证明。在注入测定剂后,细胞与细胞外液间约 2 小时内达到“稳定状态”。水与其它成分在细胞与其环境之间经常在进行彼此交换,此项关于体内水分大体上分布的叙述应考虑到仅是一个瞬息不停的过程中的一个片断时,才有助于进一步认识机体组成的生理变化。

細胞膜的渗透性与体液的交换

目前已很清楚,细胞膜不能完全把钠和钾分隔,以往认为可以完全隔开的旧观点不能解释钾存在于活细胞内,并须否定这些离子能通过细胞膜并进行交换的可能性。细胞膜对钠、钾二者均为可透性,某些细胞,例如神经系统的细胞,其特殊功能在很大程度上取决于此类化学转移电效应的变换。钠和钾对细胞膜通过率的不同,可能首先取决于离子本身某种固有特性的差异,但目前对于