

改良的紙上电泳仪器及其 在临床诊断上的应用

鮑忠祈 陶义訓

引 言

血清中的固体成份大部份是蛋白質。根据蛋白質的普通分类法,最初将血清蛋白分为白蛋白及球蛋白,后者为半饱和的硫酸铵溶液所沉淀,前者为其剩余部份。以后发现血清球蛋白实为一复杂的混合物,于是再利用溶解度的不同而加以分离,凡被33%饱和硫酸铵溶液所沉淀的称为真球蛋白,被40%所沉淀的称为假球蛋白I,被46%所沉淀的称为假球蛋白II。这种分类法虽然不很精确,但因方法简单,现在仍为一般临床实验室所采用。

各种蛋白質在血清中含量不同,白蛋白占大部份,球蛋白较少。正常状态下,白蛋白与球蛋白的比例(A/G ratio)为1.5—2.5:1,但是在某些疾病中,血清中蛋白質含量起了变化,如斑疹伤寒,花柳性淋巴肉芽肿,传染性肝炎,黑热病,日本住血吸虫病等,球蛋白大量增加;又如肾变质病白蛋白大量减低,而使白蛋白与球蛋白的比例低落,因此各种蛋白質在血清中的含量及A/G比例的测定,在诊断上有一定的价值。

1937年, Tiselius 氏^(1,2)发明了电泳仪器,将蛋白質作了更精确的分离,其原理为各种蛋白質因着等电点(Isoelectric point)的不同,在一定pH的缓冲溶液中带有不同强度的电荷,因而在电场中以不

同的速度泳向电极。这方法立即应用于血清蛋白而将其分成白蛋白, α_1 -球蛋白, α_2 -球蛋白, β -球蛋白, 及 γ -球蛋白。

这发明不但在蛋白質的分类及纯度测定上是一种大的贡献,而且对血清蛋白的成份,来源及功用的研究,亦创造了条件,例如 γ -球蛋白的研究结果在免疫学及治疗学上都有了一定的价值。

电泳仪器发明后亦随即利用于病理状态的血清分离研究^(3,4,5)在各种不同的疾病中亦得到不同的结果,为病理学上开辟了一个新的领域,而对临床诊断上亦起了辅助的作用,在球蛋白增多的许多疾病中,经过电泳就能作出更精细的结论,例如骨髓瘤病是 γ -球蛋白大量增加,在肾变质病中 α_2 -球蛋白增加而白蛋白大量减少,大叶性肺炎则 α -球蛋白增加等。

对于肾的疾病如肾炎和肾变质等⁽⁶⁾,和肝的疾病如各种肝硬化与黄疸等^(7,8,9),血清电泳分离亦有鉴别诊断的价值。

但是这种电泳的病理研究或临床诊断并未为一般医院所采用,因为 Tiselius 仪器虽经数度改良,仍为一价格昂贵,使用复杂的精细仪器,而且每次实验所需血清的量很多。

1950年, Durrum 氏⁽¹⁰⁾设计了纸上电泳的仪器,用极微量的血清(0.01毫升)

將蛋白質分離於濾紙上，再加以分析，結果與 Tiselius 的典範电泳很能吻合。這個儀器的結構比較簡單，價格也頗便宜，但在我國尚未見採用，其原因可能為其電源頗為嚴格，即為一全波及滤波很好電壓穩定的整流器。我們經過許多次實驗，改用了 B 電瓶作為電源，得到的成績與整流器

一樣，同時我們也設計了一套紙上电泳儀器，以 Durrum 氏的儀器為藍本，並採用 Durrum 氏以後各家^(11,12,13,14)之長，而加以自己的改良，使成為一價廉簡便的儀器，一般醫院、學校均可用作病理研究，臨床診斷及教學上的工具。

电泳分析的發展和原理

Tiselius 利用蛋白質分子在電場中移動的原理而設計的电泳分析的儀器。它的主要部份是一個 U 形管，管內放了蛋白質溶液和緩沖溶液（蛋白質溶液先經過處理，使其游子強度與緩沖溶液相同）然後在兩端電極上通過電流，這時由於各蛋白質分子的等電點不同，所以所帶的電荷量也不同，而移動程度亦隨之而異，帶負電荷的分子泳向陽極，否則反是，由於蛋白質分子在溶液中移動所引起的光線屈折，可以用比較靈敏的光學設備觀察，或者用照相攝下，用這個方法所做入血清的分析如圖 1 所示：



圖1. 人血清的电泳分析

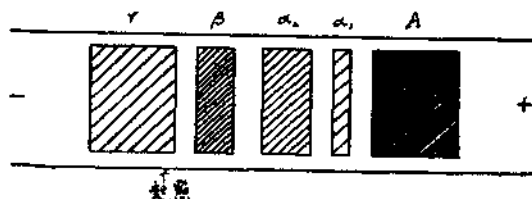


圖2. 人血清的紙上电泳分析圖型

可以很明顯地看出，幾個峰 (Peak) 就代表溶液中有幾種蛋白質，在入血清里至少就有圖 1 所示的五種。在橫坐標上的距離長短，代表各種蛋白質的相對移動速度，曲線下的面積則與蛋白質數量多寡成比例。

自從 1948 年 Wieland 及 Fisches 兩氏試驗紙上电泳成功以後，這個方法立刻被廣泛地應用到臨床醫學，特別是經過 Durrum, Macheboeuf, Tiselius, Flynn 及 Кравченко⁽¹⁵⁾ 等氏的改良，使方法更趨簡單，而結果很好，它的基本原理大致如下：

紙上电泳分離蛋白質也是利用不同的等電點，在緩沖溶液中產生不同強度的電荷，但蛋白質是加在以緩沖溶液浸濕了的濾紙上（相當於电泳方法中的 U 形管），濾紙的兩端分別浸入含緩沖溶液的容器內，這樣兩極通電以後，蛋白質就開始在紙上分離，相當時間以後，只要將濾紙取下，加熱烘乾，分離好的蛋白質就固定在濾紙上，最後將濾紙浸在蛋白質染料 (Protein dye) 中染色，將濾紙上未與蛋白質結合的染料洗去，就可以看出分離的結果，象入血清用這個方法分析，如圖 2 所示。

如圖 2，幾堆色澤即代表溶液中含有幾種蛋白質，各染色蛋白質與起點的距離

表示它的相对移动速度，色泽的深浅则相当于該蛋白質在溶液中量的多寡。这样所得到的結果只达到定性的目的，如果要定量的話，只要把滤紙上的色泽分別洗释（Elute）出来，然后在光电比色計中比色，就能得到各蛋白質在溶液中的数量百分比。

仪器和試剂

我們建議的簡化紙上电泳仪器，它的装置如图 3 所示。

直流电源是采用一般蓄電池厂都有出售的 B 电瓶，每只 100 伏特，随实验需要的电压高低而决定单独用一只或者几只串联起来应用，据我們試驗的結果，B 电瓶的电压很稳定，因为每次实验所用的电流较小（1—2 微安培），所以使用期也很长，电用竭后可再充电，用来作紙上电泳的电源，等于一个全波而滤波很好电压稳定的整流器，不但在实验結果方面可以得到同样的效果，而价格方面更可节省好多。

紙上电泳时滤紙是一个很重要的关键，因为一切操作过程都在滤紙上进行，原则上滤紙要用得比較厚些，而且要紙张均匀，无杂质，文献上所用的象华德門 2 号及 Munkell No. 20 等，国内都不易买到。我們試用华德門 1 号，結果良好。

放滤紙的支架过去有人用 T 形玻璃棒，我們觉得这样会造成血清透过滤紙附着在玻璃棒上，結果产生分离不完全的現象，我們改良支架是在 T 形棒上再加二个垂直的較細的玻璃棒，距离要配合滤紙的闊度，这样滤紙擱在上面，就不会产生上述缺点了。

磨沙的玻璃平板和截去口部的烧杯，可以使整个的装置处于封閉的状态之下，

显然的，紙上电泳具有很多电泳方法所沒有的优点⁽¹⁶⁾：（1）仪器簡單价格較廉；（2）小量試驗样品就可分析；（3）二、三个試驗可以同时進行；（4）操作方法簡便，結果准确；（5）各种蛋白質在紙上可分得純淨的制品。

减少緩冲溶液的蒸发，滤紙的两端就穿过玻璃平板上的开孔而浸入緩冲溶液。

盐桥是用 3% 琼脂和氯化鉀溶液配制而成的，用它的优点是使电极和滤紙相距較远，任何酸度的改变不致影响实验的結果。如果不用盐桥的話，用虹吸管代替亦可。

碳电极可用一般干電池中的碳棒。

三路活塞虹吸管的主要用途，是保証中間两个大烧杯中的液面能够平衡，免得在实验过程中因为液面高低相差的关系，而在滤紙上发生虹吸作用。不过当通电

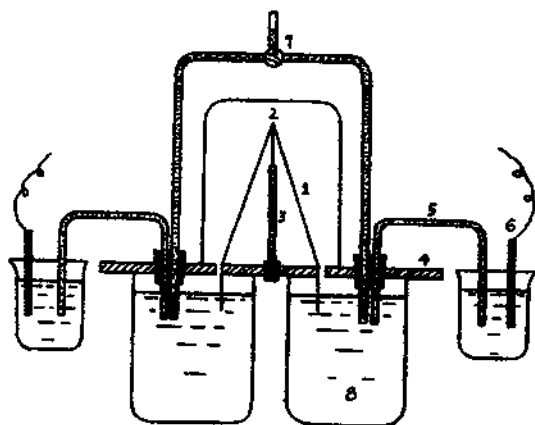


图3. 紙上电泳仪器裝置側視圖

- | | |
|------------|------------|
| 1. 滤紙 | 2. 血清即滴在此处 |
| 3. 支架 | 4. 磨沙玻璃平板 |
| 5. 盐桥 | 6. 碳电极 |
| 7. 三路活塞虹吸管 | 8. 緩冲溶液 |

時，活塞應該關閉，否則電流產生分路，影響結果。

緩沖溶液是使蛋白質帶電荷的主要因素，它的濃度直接影響蛋白質分子的移動速度，我們實驗的結果，也認為含有 0.05M 巴比妥鈉 (10.3 克/升) 與 0.01M 巴比妥 (1.84 克/升) 的緩沖溶液濃度最為適宜。

實驗方法

配好緩沖溶液，倒入圖 3 中的四個燒杯，然後把玻璃平板放在中間的二個平口大燒杯上，兩個鹽橋的另一端分別插入二邊的小燒杯中，再從三路活塞虹吸管的上端，將燒杯中的緩沖溶液吸通，使液面逐漸平衡。

將華德門 1 號濾紙切成闊 6.5 厘米，長 36 厘米的大小，在 18 厘米處用鉛筆畫好起點的標記，然後即在此用預先校正的橡皮滴管加一小滴血清，隨即將濾紙擱在支架上，要注意濾紙的兩端必須浸在緩沖溶液裡面，這時另外再用兩支滴管，在距離頂點的两邊下方各 1 厘米處，加緩沖溶液在濾紙上，使整張濾紙都受其浸潤，以後即用一個平口大燒杯倒覆在上面，這樣等半小時以後，濾紙上多餘的緩沖溶液都已漸漸流下，兩個燒杯中的液面也已平衡，只要將活塞關閉後，兩邊的小燒杯中放入碳電極，就可以開始通電，我們通常是用 100 伏特，16 小時，因為這樣可以利用整個夜晚的時間，而這個實驗是毋需調節而非常安全的。

在通電過程完畢後，先把電源拆去，然後將濾紙取下，放入攝氏 105 度烘箱中烘乾（約 5—10 分鐘），干後取出浸入

染料是采用 1% 溴酚藍酒精溶液，酒精先用二氯化汞飽和之。在染色以後，濾紙上也有顏色，必須洗去後才能定量，我們用 0.5% 醋酸溶液作洗劑，已被染色的蛋白質不會洗掉，濾紙上的色澤則都能洗去。

1% 溴酚藍溶液中 5 分鐘（需要準確），染色後的濾紙就放在 0.5% 醋酸溶液中洗 5 分鐘，再換醋酸洗 5 分鐘，這樣連續洗四次以後，只有分離好的蛋白質被染上顏色，濾紙其餘部分已幾乎沒有色澤了，烘乾以後，假使只要求定性的話，用氨的蒸氣燻一下，藍色就很明顯地現出來了。

因為一般臨床研究都需要定量，所以我們也對定量方法加以試驗，兩次實驗結果的差誤百分比在 5% 以內，符合臨床醫化學的要求。

方法是將已經洗染過的濾紙烘乾，依照各分離蛋白質色澤間的界限剪成白蛋白， α_1 -球蛋白， α_2 -球蛋白， β -球蛋白， γ -球蛋白等數種，同時剪未被染上色澤的濾紙一小塊作為空白試驗，分別放入小依氏燒瓶中，各加 10 毫升 0.01N 氫氧化鈉溶液，不時搖動，使染料全部被洗釋出來，半小時後，分別用離心分離方法，除去紙纖維，然後取上層澄清染料溶液在光電比色計（575—595 毫光分左右的濾光片）中比色，各管所讀得的光密度讀數，即為各種分離蛋白質的相對濃度，計算其百分比可用下式：

$$\frac{\text{某種分離蛋白質的光密度}}{\text{各種蛋白質所讀得光密度的總和}} \times 100 = \frac{\text{某種分離蛋白質在血清}}{\text{總蛋白量中的百分比}}$$

假使原來血清已知其總蛋白量，則血清中各種蛋白質的絕對數值不難求得。

实验结果

(1) 正常人血清的试验:

用上述方法分离人血清所得到的结果

如图4所示:

可以很明显的看出五种被分离的蛋白

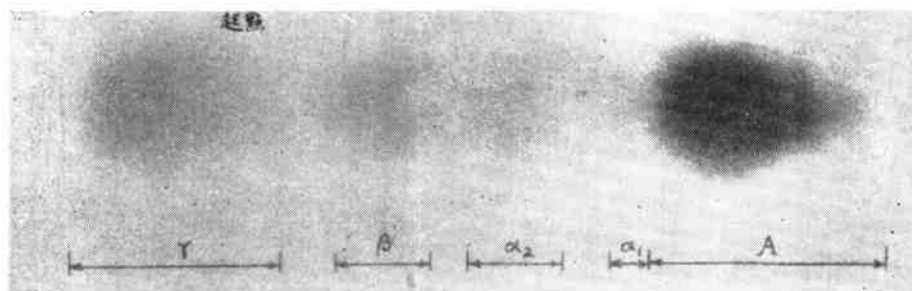


图4. 正常人血清的纸上电泳分析

(说明: 滤纸华德门1号, 顶点与液面距15厘米, 电源为B电瓶100伏特, 时间20小时, 缓冲溶液的游子强度为0.05, pH=8.6)

质: 最右面的呈椭圆形而色泽很深的是白蛋白; 在其稍左处, 可以隐约看到 α_1 —球蛋白; 再左面就是 α_2 —球蛋白, 色带较阔; 在 α_2 左面的较狭而色泽略深的是 β —球蛋白; 从起点处一直到最左面的都属于 γ —球蛋白, 它的所以向阴极移动的缘故是因为实验中有电渗 (Electro osmosis) 的现象, 这个现象在每次实验中都会产生, 只要我们实验情形控制得一样, 这个因素就不去计算它了。在我们的条件下, 20小时分离人血清的结果, 从 γ —球蛋白至白蛋白相距大约是13厘米左右。

我们用同样情形做另一次试验, 各分离蛋白质定量分析的结果是: 白蛋白61%, α_1 —球蛋白7%, β —球蛋白11%, γ —球蛋白20%, 与文献上所记载的结果接近。

我们也可以把已经洗染烘干后的滤纸, 切成每5毫米的纸条, 分别顺序放入编号的试管中, 各加10毫升0.01N. 氢氧

化钠溶液, 时常摇动, 半小时后离心分离, 取上层澄清溶液在光电比色计中比色, 这样读到的光密度, 如果与滤纸的距离画成曲线, 结果如图5所示。

图5的曲线与 Tiselius 用电泳方法得到的图型很相似, 当然我们也可能从曲线下的面积来计算各分离蛋白质的百分比, 不过这样求得的数字不能与原来 Tiselius 的结果相比, 因为两个分离方法所用的基本原理虽然都是一样, 但前者是根据溶液中折光率的变化来测定蛋白质, 后者是根据蛋白质与染料的结合力来测定的。

(2) 不正常动物血清的鉴别

日本血吸虫病患者的球蛋白增加, 文献中早有记载, 我们试用纸上电泳分析来观察究为何种球蛋白增多, 用正常兔及日本血吸虫病兔的血清作比较, 得到的结果如图6所示。

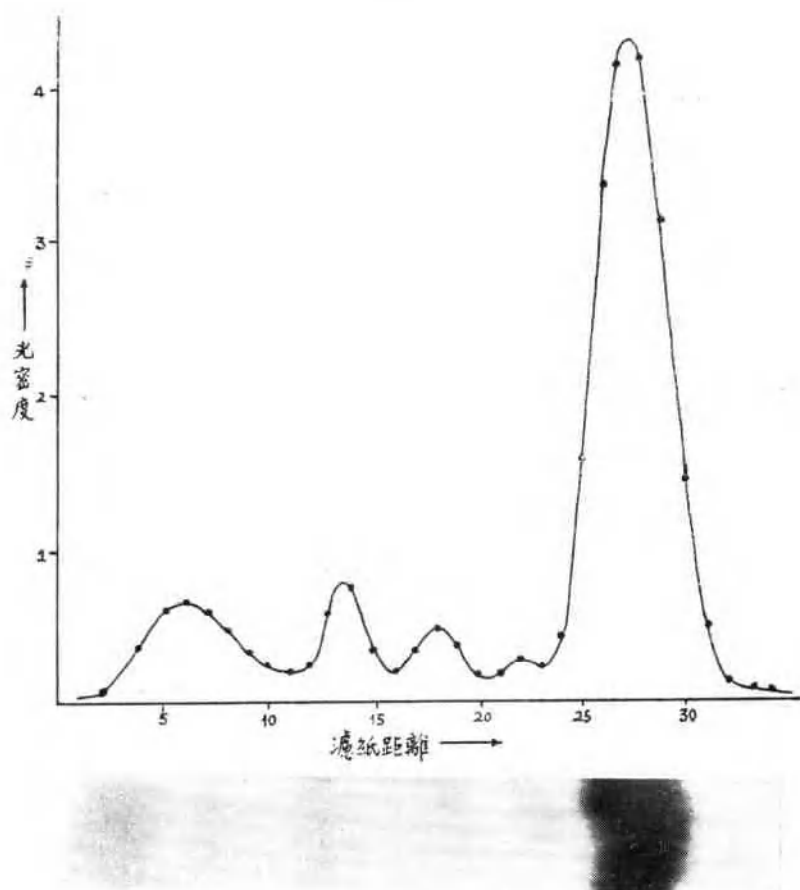


图5. 用比色法画得的电泳曲线与纸上电泳图的比较



图6. 日本血吸虫病兔与正常家兔血清的纸上电泳比较

(说明: 滤纸华德门1号, 顶点与液面距15厘米, 电源为B电瓶100伏特, 时间 $17\frac{1}{4}$ 小时, 缓冲溶液的游子强度为0.05, pH=8.6)

显著的可以看出, 日本血吸虫病兔血清中的 γ -球蛋白已大量增加。用同样情形所做定量分析的结果如下表 1。

在这个实验里, γ -球蛋白在病兔血清内的增加已能很明显地鉴别出来。

表1: 日本血吸虫病兔与正常家兔血清中所含蛋白的定量分析(均为二次实验的平均值)

血 清	球 蛋 白 %				白 蛋 白 %
	γ	β	α_2	α_1	
病 兔	34	12	4	8	42
正 常 兔	5	10	7	9	68

討 論

根据我們的实验, 我們所报告的紙上电泳仪器是简单而且准确的, 不論在设备及技术方面, 都能为一般医院所采用, 作为临床的輔助诊断及病理研究之用, 而且电泳分析不只局限于血清、血浆等, 腹水, 小便, 胸膜积水, 脑脊水及其他体液所含之蛋白質亦可試用电泳分离。医学院授課至血液蛋白質之电泳部份, 往往覺得教

学上頗感困难, 倘能用紙上电泳作形象教育的示范实验, 則必能易于理解。研究机构对于蛋白質及其他生化制品的鑑定和分离, 亦可賴紙上电泳而得到一定的帮助。

現在电泳分析可以看出何种球蛋白增加, 这不但在病理学上頗有价值, 而且假使有特殊的結果, 則在診斷上, 尤其是不能找到虫卵的病人, 可作为輔助。

摘 要

1. 本文介紹了一种簡化改良的紙上电泳仪器, 适合国情, 可供一般医院及医学院校之用。

2. 报告了日本血吸虫病兔血清的紙上

电泳分析結果。

3. 对紙上电泳作为病理研究或协助診斷的問題上, 本文加以討論。

參 考 文 獻

1. Tiselius, A. : A new Apparatus for Electrophoretic Study of Colloidal Mixtures, *Trans. Faraday Soc.*, 33:52, 1937.
2. Tiselius, A. : Electrophoretic Analysis and the Composition of Native Fluids, *Harvey Lectures*, 35:37, 1940.
3. Gutman, A.B. : The Plasma Proteins in Disease, *Adv. in Protein Chem.*, IV: 155, 1948.
4. Stern, K.G., and Reiner, M. : Electrophoresis in Medicine, *Yale J. Biol. and Med.*, 19:67, 1946.
5. Oivin, I. A., Basok, M. Ya, and Oivin, V. I. : Significance of Electrophoretic Studies of Proteins of Blood Serum in Clinical Internal Diseases, *Klin. Med. (U.S.S.R.)*; 29:52, 1951.
6. Longworth, L.G., and MacInnes, D.A. : An Electrophoretic Study of Nephrotic Sera and Urine, *J. Exper. Med.*, 71:77, 1940.
7. Gray, S. J., and Barron-Guzman, E. S. : Electrophoretic Analysis of Serum Proteins in Diseases of the Liver, *J. Clin. Invest.*, 22:191, 1943.
8. Eusterman, G.B. : Electrophoretic Studies of Serum Protein in Portal Cirrhosis, *Year Book of Med.*, 731, 1950.

9. Eusterman, G.B. : Electrophoretic Serum Protein Fractions in Hepatobiliary Disease, *Year Book of Med.*, 602, 1951.
10. Durrum, E.L. : A Microelectrophoretic and Microionophoretic Technique, *J. Am. Chem. Soc.*, 72: 2943, 1950.
11. Kunkel, H.G., and Tiselius, A. : Electrophoresis of Proteins on Filter Paper, *J. Gen. Physiol.*, 35:89, 1951.
12. Flynn, F. V., and Mayo, P. de : Micro-Electrophoresis of Protein on Filter Paper, *Lancet*, 261:235, 1951.
13. Macheboeuf, M., Rebeyrotte, P., et Brunerie, M. : Applications aux, Serums pathologiques, aux Urines et aux Liquides d'Ascite de la methode de Microelectrophor, ese sur paper, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 33:1543, 1951.
14. Koiw, E., Wallenius, G., et Gronwall, A. : L'utilisation clinique de l'Electrophor, ese sur Papier filtre, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 33:1940, 1951.
15. Кравченко, Н. А., Самарина, О. П., И Крицман, М. Г.: Модификация метода электрофоретического разделения белков на фильтровальной бумаге, *Биохимия*, 18: 34, 1953.
16. Squire, J. R. : The Dynamic State of Body Constituents, *The British Encyclopaedia of Medical Practice*, Medical Progress, 77, 1952.

(本文曾刊载于“人民军医”一九五四年一月号)

近年来部队中存在的营养問題和对今后改善措施的几点意見

王 成 发

編者按： 本文中所提的供給标准，系指我軍1954年的供給标准而言。与目前之实物供应标准在供应量上不尽相同，所以在热能的攝取量上也有些出入。另外，在本文中所提的营养改进方法也是根据以往的标准提出的，但尚可作为我們改善伙食的参考。

为此，在閱讀本文时希能注意以上两点，結合部队的具体情况，以改进营养工作。

最后，要說明的一点，就是在文中所提的价格单位均系旧币。

从解放到今天，在这短短的五年，国家的經济建設还是在恢复和发展的过程中，我們党和人民政府为了保卫世界和平，巩固革命成果，保护祖国社会主义工业化的建設，而建設一支强大的近代化的国防軍，并規定了具有保护和提高健康水平的供給标准。經過近数年来的实施，証实了在这个标准下生活的指战員們，他們的营养水平已經提高到中国营养学历史中所未有的程度。但如果拿我們現在的标准和苏联的规定比一下，在某些方面还有些距离。就从我們近年来营养調查研究的結果上看，还存在某些問題。我們知道今天苏維埃人民的健康幸福，也就是我們明天的现实，这个实践是有賴于我們卫生工作者的共同努力。所以我們从事于营养卫生工作的，应在現在的供給标准下，找出它的缺点，提出改善的办法，补偿其不足，使指战員們的营养从现阶段水平再提高一步，这是我們最光荣的任务。目前咱們的部队里还有哪些营养問題存在？是怎样造成的？应当怎样办？现在就据我和我的助理同志們近5年来在部队里所做的一点营养調查和研究的結果，并参考西北区和

中南区的調查报告（第1表），把这些不全面的資料綜合归納起来，按热量攝取和其他各营养素需供情况扼要的介紹一下，以供今后工作上的参考，希望大家批評和指正。

第1表 近年来被調查的单位

区 别	厨 間	編 号	被 調 查 单 位 数	部 队 或 机 关
华 东 区	1949	1	6	整 訓 部 队
		2	3	整 訓 部 队
		3	6	后 勤 机 关
东 北 区	1951	4	12	后勤干部及公安部队
		5	6	休 养 員
		6	6	医 院 工 作 人 員
西 北 区	1952	7	4	部 队
		8	4	后 勤 机 关
华 东 区	1953	9	4	海 防 部 队
		10	4	机 械 化 部 队
		11	3	海 軍 部 队
		12	4	警 卫 部 队
中 南 区	1954	13	4	营 建 部 队
		14	4	同 上（第二次查）
		15	1	同 上（改善期間）
中 南 区	1954	16	14	軍 訓 期 間
		17	4	同 上

第一部分 部队中有哪些营养问题

一、热量的摄取和消耗情况 热量供给得充裕与否是决定部队健康水平高低和战斗力强弱最主要的因素。1949年9月間，在华东区解放初期，在某軍进行过营养調查工作。那时候部队是在整訓期間，因受瘧疾、日本住血吸虫病和营养缺乏病的影响，軍訓工作受到严重的影响。在这个情况下生活的指战員們，每人每日平均

所摄取的热量由2760—4037仟卡，总平均为3090仟卡（第2表）。在当年12月間，又在另一軍进行調查，他們的每人每日摄取量就高于前者，摄取量的范围由3188—4348仟卡，平均为3610仟卡。这两个部队的日常生活情况同1953年在海防部队进行的生活观察沒有大的区别，每日供給的热量，作为維持日常生活的需要是充裕的。

第2表

热能的摄取量和消耗的情况

区 别	編 号	摄 取 量 (仟 卡)		平 均 来 源 (%)			每人每日热能消 耗量的估計 (仟卡)
		范 围	平 均	蛋 白 質	脂 肪	糖	
华 东 区	1	2760—4037	3090	12.5	13.5	74.5	
	2	3188—4348	3610	7.6	10.3	82.1	
	3	2480—4076	3218	11.3	15.6	73.1	
东 北 区	4	2107—4314	3039	16.5	16.5	70.4	
	5	2574—4211	3505	14.2	32.3	53.5	
	6	2376—3627	2913	13.1	20.8	66.1	
西 北 区	7	2731—2864	2823	15.4	20.8	63.8	
	8	2541—2993	2765	13.8	18.9	67.3	
华 东 区	9	2939—3671	3217	13.6	24.0	62.4	2494—3080
	10	2749—3042	2887	15.1	25.6	59.3	2990—3470
	11	2942—3559	3270	14.4	24.7	60.9	2329—3984
	12	2482—4283	3224	11.7	28.8	59.5	2581—3294
	13	3525—3679	3587	11.0	11.2	77.8	3852—4652
	14						
	15	3644—4358	4022	12.7	15.7	71.6	4500
中 南 区	16		3127	12.1	16.9	71.0	
	17	2700—3340	2771	11.5	18.1	70.4	2800—3300

从1950年到今天，無論在华东、西北和东北所进行的調查工作，都能說明，我們的海軍海防部队、坦克部队、公安部队以及机关和医院中的工作人員等，每日平均摄取热量都在2795—3270仟卡之間。这样的供給量作为維持他們的正常生活所需

的热量，无疑問是够用的。但在紧张的軍事訓練期間，如坦克的战斗演习、快艇下水的准备工作日都嫌供給得稍低。这个不足，是不是在現行的規定标准內不能克服呢？根据我們去年在营建部队里所作的改善工作，深深的体会到，这一次工作就是

对現行供給标准的最大考驗。从这个經驗中知道，在今日的部队情况下，若能按計劃採購，使每人每日能得到热量4000—4200仟卡，是沒有多大困难的。这就說明，現行供給标准的物質保証，对一般部队的热量供給是有些潜在力量的，但其有效范围只能限于日常生活范围内，若要达到目前营建工作的需要（4,500仟卡），是有些困难，但也不是絕對不能克服的。至于克服的办法如何，将在第二部份內討論。

換句話說，現行的供給标准，在好的計劃供应和管理下，为滿足部队正常生活和一般性軍事訓練要求是應該沒有問題的，并且热量来源的分配比，除了个别的几例稍嫌脂肪供給低微，和醣类較高外，大多数部队还能保持在合理分配比的范围

內。

二、蛋白質营养状况 根据現有的部队营养調查資料（第3表），可以了解到一般部队的蛋白質营养状况已有显著的提高。在解放初期，有的部队每人每日蛋白質摄入量还限于58.4—86.0克之間，平均为68.8克，且全部蛋白質来自于植物性食品。但据苏联的規定，凡每日劳动消耗热量在3000仟卡的，就需要蛋白質108克。因此68.8克的蛋白質是不足以滿足健康要求的。自1950年以来，無論战士、机关干部，或医院里的工作人員，每人每日平均都能得到蛋白質量由91—116.3克，总平均为100克。在現在的时期，国家的經濟建設还是在恢复和发展的过程中，可是咱們部队的蛋白質营养状况，虽然較苏联稍有逊色，但在我国营养学历史中已成为罕

第3表

蛋白質营养状况

区 别	編 号	每人每日攝取量(克)		平 均 来 源 (%)	
		范 围	平 均	动 物 性 的	植 物 性 的
华 东 区	1	58.4—86.0	68.8	0	100.0
	2	80.2—113.0	97.2	10.3	89.7
	3	72.5—114.2	90.8	12.2	87.8
东 北 区	4	70.0—159.0	100.0	0.4	99.6
	5	97.0—156.0	125.0	20.4	79.1
	6	72.0—120.0	95.5	7.6	92.4
西 北 区	7	89.9—133.0	109.2	22.5	77.5
	8	87.0—102.0	95.5	11.8	88.2
华 东 区	9	104.0—111.0	108.3	24.5	75.5
	10	98.0—120.0	108.3	37.2	62.8
	11	108.0—125.0	116.3	47.0	53.0
	12	81.0—110.0	90.0	24.0	76.0
	13	94.1—100.7	98.9	9.0	91.0
	14				
	15	90.4—128.3	113.0	7.4	92.0
中 南 区	16		95.0		
	17		80.0		

有的时代。这种蛋白質充裕的情况，已經在血浆中蛋白質含量的測定結果（第4表）中反映出来，在抗日战争期間和解放初期的各阶层人民血浆中蛋白質含量（6.00—6.69克%）都距正常平均值甚远

（7.00克%），而1953年測定海防部队和机械化部队血浆中蛋白質含量的結果，其最低含量为5.70克%，平均值在7.00克%。此点为近年来部队蛋白質营养充裕的有力佐証。

第4表

部队和一般人血浆中蛋白質含量的比較

人 群 别	受 檢 查 人 数	血 浆 中 蛋 白 質 含 量 (克%)			报 告 者 和 年 代
		最 高 值	最 低 值	平 均 值	
海 防 部 队	335	7.95	5.70	6.99	軍事医学科学院营养系 1953至1954年
机 械 化 部 队	117	7.95	6.10	7.11	
营 建 部 队	163	7.89	5.31	6.88	
重 庆 学 生	137	8.83	5.00	6.69	王成发、金太勋等，1943
沈阳学生和教职員	478	7.70	4.90	6.22	张永齡，1950
西康区各阶层人民	2063	8.09	4.44	6.35	易見龙（抗日战争期間）
北 京 市 人 民	170	8.45	4.97	6.65	馬
沈阳大中小学学生	92	8.80	5.48	7.15	王成发、馮國忱，1951年
重 庆 工 人	182	8.93	4.00	6.80	王成发，1944年
部 队	127	8.25	5.76	7.28	楊志銘，侯祥川，1949—1950
	233	9.76	6.76	7.85	

目前参加营建的部队，因体力劳动量甚大，热量的消耗大为增高，从一般的每天消耗热量3000仟卡，增高到4500仟卡。因热量消耗的增加，蛋白質的需要也伴随上昇。按照苏联的标准，消耗热量4500仟卡，就应供給蛋白質140克，而咱們的某些营建部队仅得到94.1—100.7克，平均为98.8克，虽然在体格检查上，和血浆中蛋白質含量的測定上，没有什么不良的征象，但为安全計，蛋白質的供应尚須提高。

三、鈣磷营养状况 从1949年到今天，指战員的鈣磷营养状况无甚变更，鈣平均攝取量总是在0.46—0.87克之間，磷的量总是保持在1.11—1.57克之間。据朱宪彝氏等的报告，成年人如每日有充足的

維生素D供給，或充分的阳光照射，若体重每公斤能得鈣0.0073克和磷0.0136克—0.0224克，就足以維持日常需要。假使按我国平均体重60公斤計算，每人每日需要鈣0.438克和磷0.816—1.344克。苏联的标准規定，成人每日內需要鈣0.7—0.8克，磷为1.5克—2.0克。按照上述的需要标准，和部队的摄取情形比較一下，似乎应当沒有問題。但是在1953年中，我們在海防部队、海軍和机械化部队进行营养調查时，发现指战員們血清中鈣平均含量（8.75—9.63毫克%），都低于正常平均值（10.3毫克%），而磷的含量都位于常态。这样就說明部队膳食对磷的供給量尚可，而鈣量还有問題。至于究竟需要多少才能認為充足，这一点还有待于今后在全

軍全国范围内进行更有系統的研究，以求得最圓滿的答案。有关改进方面的意見將叙述在第二部份意見中。

四、維生素营养状况 影响維生素营养状况的因素很多，但結合部队的飲食习惯和採購供应的情形，我們認為蔬菜的選購和烹調方法是最值得重視的因素。因为蔬菜是我們日常膳食中維生素的最可靠而又最經濟的來源，在这方面处理的得失，是决定維生素营养状况优劣的关键。所以在討論部队的維生素营养状况时，必須特別重視这些因素。茲就各維生素营养状况

摘要討論于下：

1. 維生素A (简称A素) 营养状况 食物中具有A素作用的物質有二：一为天然A素，象肝中的A素就是这一类型。一为胡蘿葡素，多存在于有色植物性食品中，在吸收的过程中，或在机体內經過肝脏的时候，才轉变成A素，在未变成A素之前，无A素作用。胡蘿葡素的可利用率远低于A素，并且飲食习惯对胡蘿葡素的可利用率有很大的关系。譬如海軍某部的膳食，平常很少吃青菜，他們对青菜中胡蘿葡素的利用率平均为47—55%，而机械化部队

第5表 維生素A 营养状况

区 别	号 編	攝取量(国际单位)		缺乏症状和徵象(%)			
		范 围	平 均	夜 盲	毛囊硬化	干 眼	皮肤干燥
华 东 区	1	2793— 6767	4881	6.6 (714)	1.5	6.4	
	2	1869—10649	5798	4.7	5.2 (33)		
	3			2.1 (512)	4.5		
东 北 区	4	200— 7646	2030				
	5	4944—24102	12459				
	6	1085—16800	9531				
西 北 区	7	1188— 5834	3603	1.7	31.1 (58)	25.8	1.7
	8	4312— 5837	4253	3.8	10.3	13.3	17.1 (233)
华 东 区	9	4560— 6941*	5314*	6.5	1.9 (410)		
	10	2168— 7331*	3948*	11.5	1.9 (207)	0	0
	11	6246— 7938*	6858*	11.4 (262)	6.8	0	0
	12	2120— 4405*	3475*				
	13	4238— 8258*	6227*	2.3 (676)	1.1	0	0
	14			2.9 (719)	0	0	2.5
	15	2665— 6952*	4511*				
中 南 区	16		8000	9.6			
	17		8910	34.0			

* 表示胡蘿葡素系按可利用率折合成吸收量然后再以0.6除即得国际单位

()括弧內的数字代表被檢人数

日常膳食中的动物性食品多于海防部队，而少于上述海軍某部，他們对胡蘿蔔素的利用率平均为66.5%，常吃蔬菜的海防部队，就是72.%，青菜中胡蘿蔔素的效能虽然不若A素哪样有效，但它是我們最可靠的来源。在第5表内所列的指战員們，每人每日平均A素摄取量內，除了东北区的伤病員、华东区的海防部队、坦克部队，和海軍艦艇膳食中的A素約有1/3至1/2系来自动物性食品中，余者几乎全部都来自动物性食品。从这一事实就更清楚的說明指战員們A素营养的优劣，視青菜食用量的高低为轉移。全国各地气候不同，全年蔬菜生产各季亦异，因而A素在全国某些地区是有季节性区别的，（如能及时进行食物計劃储备，这个自然因素的影响就会消灭的）譬如1951年5月間，在东北区的齐齐哈尔和哈尔滨等地調查的結果（第5表），在那里的指战員們每人每日平均摄取A素量由200国际单位—7646国际单位。西北区的指战員們每人每日最低的摄取量为1188国际单位—5834国际单位，总平均为3603国际单位。而华东区是全年常有青菜的地带，在相同的月份里，海防部队和海軍警卫連的指战員們，他們每人每日平均实得A素量为5314国际单位和3475国际单位。其他如海軍艦艇灶的战士們，每人每日平均实得A素6858国际单位。坦克部队平均实得量为3948国际单位，用来同上述二地区指战員的平均摄取量相比較，則較东北区高約一二倍，由此可知二区的A素营养状况远低于华东区。若拿这些部队的摄取量同苏联规定的标准——成年人每日需要甲素3330国际单位——比較一下，就清楚的看出来，东北区和西北区的指战員們，每日所摄取的A素量是不足的。至于不足的程度，东北区重于西北区。而华东区指战員們的A素营养

状况可以說得上充裕了。由海防部队和机械化部队指战員們每100毫升血浆中所含A素量之高，就証实了华东部队A素营养充裕的真实性。一般正常人血浆中A素含量平均由51—127国际单位。而华东部队血浆中A素平均含量由111—140国际单位，其中在80—333国际单位之間的占总受驗人数的80.3—95.3%。同时华东部队里A素缺乏癥象也远低于东北和西北区，这点也足为三区間A素营养不同的佐证。

中南区广东的气候更适于蔬菜生长，終年不缺。在这样的地方，在去年六、七月間的軍事訓練期間进行营养調查，在調查期間，每人每日平均摄取A素量約在8000—9000国际单位。在这样情况下，夜盲症发病率高达34%，每100毫升血浆中

第6表 硫胺素(B₁素)营养状况

区 别	編 号	每人每日摄取量(毫克)	缺乏症状和癥象率(%)				
			被檢人数	食慾不振	腓腸肌压疼	膝反应丧失	体重減輕
华东区	1	1.25					
	2	1.92					
	3						
东北区	4	2.21					
	5	2.38					
	6	1.54					
西北区	7	2.53	58	3.44	5.16	1.72	
	8	4.90	233	1.70	3.00	3.86	
华东区	9	2.72	262	14.50	5.72	5.34	21.37
	10	1.49	101	11.9	11.9	13.86	24.8
	11	1.99	410	16.8	4.6	8.5	30.7
	12	2.33	207	15.9	8.2	7.2	42.5
	13	2.15	537	9.1	4.4	15.2	53.9
中南区	14		719	3.1	11.4	6.5	
	15	2.48					
	16	2.50			14.8		
	17	1.40			16.1		

第7表 烹飪法对硫胺素的影响

主 食		副食 (菜湯煮半小时)	
处 理 法	損失率 (%)	菜 名	損失率 (%)
米經三次淘洗	50.0	莧菜	25
炊 煮 成 飯	17.2	胡蘿蔔	24
面粉做成饅頭	15.2	蒜苗	26
蒸 煮 谷 米 洗 后 成 飯	28.3	青椒	28
油 条	100.0	菠菜	50
荷 叶 餅	1.3	蘿 蔔	40
蒸谷米洗三次	8.0	洋葱	27
		黃豆	27

A素含量在0—40国际单位的占总被驗人

第 8 表 核 黃 素 營 养 状 况

区 别	编 号	每人 每日 摄入量 (毫克)	核 黄 素 缺 乏 症 发 生 率 (%)												
			被 检 人 数	口 角 湿 白 厚	口 角 裂	唇 炎	舌 面 裂	舌 缘 压 迹	舌 粘 膜 脱 落	阴 囊 皮 炎	溢 脂 性 皮 炎	乳 头 充 血	乳 头 肥 大	乳 头 萎 缩	舌 色 猩 红
华 东 区	1	0.737	714	48.0	25.5	31.2		15.7	5.0	5.6	0.7	50.0	63.0	18.1	28.0
	2	1.076	343	51.9	21.8	52.6	12.3	22.6	38.0	24.9	0.3	23.2	24.3	5.1	27.9
	3		512	23.9	12.9	30.6	8.2	25.9	32.2	13.9	0.8	20.8	18.4	14.4	19.9
东 北 区	4	0.870	160	41.2		11.8				6.8		30.6			
	5	1.610	575	6.2		2.8									
	6	1.010										9.9			
西 北 区	7	1.66	58	1.7	5.2	5.8	13.7	60.3		6.8	10.3	13.7			5.3
	8	1.14	233	7.7	0.4	6.4	13.7	60.5	1.2	3.4	15.4	18.0			1.2
华 东 区	9	1.22	262	11.0	2.7	6.8	0.9		1.2	10.0	0	3.0	5.9	5.0	
	10	0.99	410												
	11	1.30	410	33.1	5.1	1.5	1.0	0.5	1.2	8.0	0.4	4.8	6.6	6.1	
	12	1.66	207	30.9	3.4	4.3	3.4	1.9	0.5	26.1	0	14.1	14.9	1.9	
	12	0.99	676	12.8	2.3	0.2	13.5	5.3	5.6	1.8	1.4	15.1	19.6	3.2	
	14		719	21.2	7.4	0.9	23.6	3.8	0.1	3.1			14.7	0.9	
	15	1.08													
中 南 区	16	0.77	40.4												
	17	0.69	51.8												

数字表面上看,是相当充裕的。究竟每人每日能实得多少呢?这是要弄清楚的问题。从第7表就知道米要经过2—7次的淘洗,然后才煮饭,如米经过三次淘洗,它所含的硫胺素量要损失60%,再经过炊煮,剩余的B₁素又要损失17.2%。面粉做成馒头,要损失15.2%,炸成油条,损失100%。牛肉、黄豆和肝经过半小时炊煮,各损失22%和32%。蔬菜类经过相同时间的煮,要损失由24%—66%,大多数常用的菜损失率都在25%之谱(第7表)。总之食物经过炊煮的总损失量约在50%左右。这样干部和战士们每人每日能实得硫胺素量1.14毫克。为了维持部队的日常生活尚可,若用以供给营建部队或军训期间的部队,就稍感不足。譬如中南区参加军训的部队,每日摄取B₁素量在1.4—2.5毫克,而有腓肠肌压痛的还占14.0—16.0%。营建部队膝反应消失的占15.2%,腓肠肌压痛的占4.4%。

3. 核黄素营养状况 关于核黄素需要的标准问题,各家主张颇不一致。据最近文献中的记载,苏联规定一个正常人每日需要约为2—4毫克,资本主义国家的规定为1.8毫克。据非洲某集中营的报告,每日供给核黄素在1.0毫克时,就有舌炎症

的发生,但增加到1.6毫克之后,就没有舌炎症出现。英国的空军每日摄取核黄素量在1.9毫克时,便没有核黄素缺乏的徵象。咱们的部队,在解放初期,每日平均摄取核黄素量由0.74毫克—1.06毫克(第8表),即使这些核黄素毫无损失的完全被吸收,还觉不足,何况在烹调法上又有很多缺点(第9和11表),现在我们看一看蔬菜中核黄素量经过烹调后有多少损失,还有多少保留?即使采用大火急炒的合理办法,蔬菜中核黄素还要有0—36%的损失(第9表),若用炒煮法,损失率大约在6.3%—24.4%之间。在炒煮之前,先将菜用热水烫10分钟,去汤不挤,损失率就增高到47%,乃至61%。若烫后挤汁弃汤,损失率将由49.5%—91.5%。再浸泡过夜,最后再炒再煮,那末所能保留的还能有几何!这样严重的错误,虽非餐餐如是,但也是当时普遍应用的方法。在这样情况下生活的指战员们,他们每日真正能得到的核黄素量大概还不及需要量的十分之二、三。所以当时华东部队中,就出现核黄素缺乏病(口腔炎、绣球疯)普遍流行,其最高的发病率约为80%。经过调查研究改善之后,这个病的发病率,就逐月下降,到次年(1950年)夏季之后,

第9表

烹 调 法 与 核 黄 素 的 损 失

烹 调 法	损 失 率 (%)			
	菊 花 菜	豌 豆 苗	菠 菜	苋 菜
急炒(三分).....	0 —			9.2—36.3
炒煮(炒三分煮十分).....	6.3—11.2			21.9—24.4
汤或煮(十分钟弃汤).....	47.1—61.1	54.5—56.2	48.7—55.7	
同上挤汁弃汤.....	72.4—91.5	57.7—73.9	49.5—56.3	
同上(挤后浸泡一小时再挤汁弃汤).....	65.2—83.1	81.5—85.4	82.7—89.1	
同上挤后浸泡过夜再挤汁弃汤	87.4—95.6	89.1—93.0	92.8—96.6	
				0.9—13.3
				13.8—21.7
				49.1—58.1
				68.5—69.9
				75.2—86.8
				89.7—97.1

部队中就几乎不见了。在1952年以后部队的摄取量普遍在1.0毫克至1.66毫克之间，在烹调法上，虽然不合理的食前处理仍然存在，但只是个别的或偶然的，没有象以往的那样普遍和严重。因此，核黄素缺乏病，在目前的华东区部队中基本上不是什么大问题。而西北区和东北区因受季节的影响，这个缺乏病的发病率仍然值得重视。

本年调查的营建部队，就是1949年检查过的部队，在这次调查期间，他们每日平均摄取的核黄素质量（0.99毫克）并不较以往的高（1.06毫克）。在烹调法上，老

的错误依然存在。同时去年的热量消耗远超过往年，但是核黄素缺乏病的发病率，确实低于1949年。就拿几个主要的症状比一下吧：如口角炎、舌和口腔粘膜脱落、阴囊皮炎、舌炎，在1949年各有48—52%，5—38%，5.6—25%和24—50%。而1954年就有21.2%，0.1%，3.1%和15%。这是什么道理呢？北方部队初到江南。尚不能适应环境，同时受瘧疾和日本住血吸虫病的危害很大，可能这就是所不同的原因。

在参加军训的某部队，每日仅摄取核黄素0.69毫克—0.77毫克，同时核黄素缺

第10表 抗坏血酸营养状况

区 别	编 号	每人每日平均摄取量(毫克)	一昼夜由尿中平均排出量(毫克)	血浆中抗坏血酸平均含量(毫克%)	缺 乏 症 象 率 (%)				
					检查人数	齿龈充血	齿龈肿胀	齿龈萎缩	齿龈出血或淤血
华 东 区	1	67.2			714		81.2		10.1
	2	121.0			343	14.8	51.4		1.3
	3				512	24.2	23.2		2.9
东 北 区	4				160	36.2			
	5	101.9			575	21.5			
	6	94.5							
西 北 区	7	46.5			58	8.6	51.6	5.2	44.8
	8	63.5			233	18.0	36.4	10.7	23.6
华 东 区	9	115.3	37.4 (69)	0.347 (394)	410		0.7	1.0	0.4
	10	80.5		0.205 (55)	125			0.8	3.2
	11	105.4	30.8 (48)	0.679 (159)	262			0.4	4.5
	12	93	17.1 (20)	0.194 (181)	207		0	1.0	5.8
	13	122.5		0.275 (163)	676		5.5	17.5	10.4
	14				719	1.0	1.2	4.2	1.2
	15	136.0							
中 南 区	16	154				17.7			
	17	125				46.1			

注：括弧内的数字表示被检人数