

(泌尿紀要 6 卷 2 号)
昭和 35 年 2 月

泌尿器科領域に於ける血清電解質の研究

第 I 篇 正常人の血清 Na, K, Ca 濃度及び尿素窒素量

京都大学医学部泌尿器科教室 (主任 稲田 務教授)

副 手 粉 川 崔 美

Studies of the Serum Electrolytes in Urology

I. Normal Levels of Serum Sodium, Potassium, Calcium and Urea-Nitrogen

Tsurumi KOKAWA, M. D.

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director - Prof. T. Inada)*

The levels of serum sodium, potassium and calcium were measured by means of the flame photometer and that of urea-nitrogen was estimated by the Caraway's Xanthidrol method, in 15 normal healthy subjects whose ages ranged between 20 and 35 years.

1) The serum sodium levels ranged between 136.5 and 145.9 mEq/l, averaging 141.1 ± 2.64 mEq/l.

2) The mean serum potassium level was 4.51 ± 0.21 mEq/l ranging between 4.29 and 4.92 mEq/l.

3) The mean serum calcium level was 4.72 ± 0.21 mEq/l ranging between 4.22 and 5.75 mEq/l.

4) The serum urea-nitrogen levels were below 20mg% in 14 out of 15 cases and the level was 20-24mg% in the rest of one case, both of which were within normal limit.

I 緒 言

医学の新しい領域として血中電解質の問題がとりあげられて来たのは、茲数年間の事である。血中電解質は血液の一成分であり、腎以外の因子による支配を受けるのは勿論であるが、全身の循環 -Homeostasis- の一環としての腎による調整も又少なくなく、古くより心不全、内科的腎疾患、腎炎、ネフローゼ等に於ける血清 Na, Cl 値の変動、腎機能不全と血清無機磷との関係等に関して広汎なる業績がある。然して泌尿器疾患に就いては Ambared 指数を中心として血中及び尿中の Cl 測定による腎機能判定 (R. Baur & W. Nyri¹⁾, G. Jaffe²⁾), 又腎

手術後の姉妹腎機能回復判定に於ける血清残余窒素、血液及び尿の結水点降下、PSP 試験と共に血液及び尿 Cl 測定 (Chavassu et Moreno³⁾、河合⁴⁾、古屋⁵⁾) があり、又膀胱高位切開時の腎性 Acidosis と血清電解質 (Lindsay⁶⁾)、前立腺手術時の血清電解質 (Hooe⁷⁾)、脱水状態、血中電解質平衡に関する文献的考察 (市川⁸⁾、小池⁹⁾、大矢)、泌尿器疾患に於ける腎不全の血液化学的研究 (近藤¹⁰⁾)、腎結核に於ける血液電解質の研究 (飯島¹¹⁾)、泌尿器科領域に於ける血清電解質の研究 (林¹²⁾) 等の報告がある。

人体に与えられた各種侵襲に対する生体反応、物質代謝に関しては 1936 年 H. Selye¹³⁾ の

適応学説以来広く研究され、人体に於いては特に外科的侵襲の面から渋沢等¹⁴⁾の詳細なる報告があり、その特色として水分及び Na, Cl の貯溜, K の喪失が最も注目を惹くと記載している。然も此の反応様相中には必ず副腎皮質の機能亢進の像を伴っている。従来副腎皮質 Hormon 就中所謂鈣質コルチコイドは電解質代謝に対して Na, Cl 貯溜, K 排泄を促進する事は知られており、近年 DOCA 等の鈣質コルチコイドの数十倍の効力を有すると云われるアルドステロンの発見, Stress によるアルドステロンの分泌亢進等の報告があり、侵襲による電解質代謝の変動は副腎皮質機能を中心として種々の様相を呈するものと思われる。

翻えつて考えるに、人体に於ける電解質代謝の重要性は特に近年焰光光度計の進歩、放射性同位元素の応用と共に益々明らかになつて来たものであり、その体内に於ける主な役割は(1)水分変動の調節、(2)滲透圧の正常維持、(3)酸塩基平衡の保持、(4)筋の被刺戟性の保持等で、かかる重要な役割を有する電解質が諸種侵襲に対してその Homeostasis 維持の為に種々微妙なる変動を来す事は容易に考えられる事である。そこで私は先づ健康人に於ける血清電解質及び尿素窒素を測定したのでここに報告する。

II 検査対象、方法及び判定規準

1. 検査対象

既往疾患なく健康に勤務する医師、看護婦、事務員 15名に就いて測定した。

2. 検査方法及び判定規準

- 血清ナトリウム (Na と略す)
- 血清カリウム (K と略す)
- 血清カルシウム (Ca と略す)

以上の電解質は Dr. Lange Flame Photometer Model 2 により測定した。単位 mEq/L。尚測定に当り標準液として田坂、吉利氏¹⁵⁾の改良法に基づく次の如き組成のものをを用いた。K⁺(KCl) 5mEq/L, Na⁺(NaCl) 140mEq/L, Ca⁺⁺(CaCO₃) 5mEq/L。

d) 尿素窒素 (Ur-N と略す) : Caraway¹⁶⁾の Xanthidrol による比濁法により測定し、表 2 に示せる如く混濁の速度と程度によりて分類し 20mg/% 以下、20~24mg/% を以て正常値とし、それ以上を窒素血症として判定した。

III 検査成績

1) 血清 Na 濃度 (第 1 表)

20~35才の正常健康人15名に就いて早朝空腹時を選び採血し、遠心分離を行つた血清に就き測定し第 1 表に示せる如く最低値 136.5mEq/L, 最高値 145.9mEq/L

第 1 表 健康人の血清 Na K Ca 濃度 Ur-N 量

症例	Na mEq/L	K mEq/L	Ca mEq/L	Ur-N mg%
1	140.0	4.50	4.81	20以下
2	145.9	4.45	5.00	〃
3	144.9	4.31	5.13	〃
4	138.9	4.38	4.63	〃
5	144.3	4.85	4.88	〃
6	140.8	4.31	4.88	〃
7	140.9	4.38	4.75	〃
8	143.9	4.62	5.10	〃
9	136.9	4.23	4.87	〃
10	141.7	4.29	4.30	〃
11	136.9	4.69	4.32	〃
12	140.0	4.58	4.15	20~24
13	143.9	4.48	4.22	20以下
14	136.9	4.74	4.89	〃
15	141.7	4.92	4.88	〃
最低値	136.5	4.29	4.22	
最高値	145.9	4.92	5.13	
平均値	141.1 ± 2.64	4.51 ± 0.21	4.72 ± 0.21	

Eq/L, 平均値 141.1±2.64mEq/L にて Gamble¹⁷⁾及び Weisberg¹⁸⁾の 142mEq/L, 上田¹⁹⁾の 142.7±2.44mEq/L と略々一致する値を得た。

2) 血清 K 濃度 (第 1 表)

Na 濃度測定と同じ血清を用い測定し、最低値 4.29mEq/L, 最高値 4.92mEq/L, 平均値 4.51±0.21mEq/L の値を得、之は日野原²⁰⁾の 4.1~5.3mEq/L, 平均値 4.5mEq/L と平均値に於いて一致した。

3) 血清 Ca 濃度 (第 1 表)

前二者と同じ血清にて測定し、最低値 4.22mEq/L, 最高値 5.13mEq/L, 平均値 4.72±0.21mEq/L の値を得、吉川²¹⁾の 4.7mEq/L と一致した。

4) 血清 Ur-N 量 (第 1 表)

電解質測定と同じ血清を用いて測定し、15名中1名に20~24mg/%を認めた他は 20mg/%以下であり、全例正常値内にあつた。

IV 総括並びに考按

電解質の測定に当り従来より血清 Na, K の測定時に於ける濃度に就いては、採血時の状態、採血より分離までの放置時間、温度、分離操作上に変化の起る事は諸家により指摘されている。即、採血時の緊縛、無緊縛は Na には変化を及ぼさず、K は多くの場合緊縛時に減少する (永原²²⁾、石津²³⁾) 又短時間の緊縛採血にて K の増加を認むと述べているもの (福田²⁴⁾、布川²⁶⁾) もある。遠沈の回数及び回転時間によつて Na は不変化、K は増加するを認め (永原²³⁾)、採血より分離迄の放置時間に就いては、採血後時間の経過と共に血球内 K の血清中への移動により増量すると云われ、福田、小林²⁴⁾、日野原²⁰⁾ は鬱血採血でも血清 K には変化があると云い、更に福田、小林は筋肉運動によつても静脈血の K に変動があると述べている。温度との関係に就いては、K は 16~30°C では 12 時間迄は減少、48 時間以後は温度に関係なく増加する (永原²³⁾) 阪東²⁶⁾ は分離迄の操作を 24 時間以内に完了すべき事を指摘し、放置第 1 日目と 16 日目を比較し、Na は 16mEq/L の減少、K は 5.9mEq/L も増加し、3 日目と 5 日目を比して Na は 3 日目は稍々増加、5 日目は殆んど減少し、K は 3 日目、5 日目共に増加を認めている。亦、Jansen und Loew²⁷⁾ は採血後 30 分と 24 時間とを比較し 8.2mEq/L の K 増量を認め、Wilkins & Kramer²⁸⁾ は 1 時間値、2 時間値、24 時間値を比して各々 1.1mg/dl, 13.6mg/dl の増加があると述べている。又 Wilkins, Davsen²⁹⁾、相羽³⁰⁾ は放置 1 時間では血球中 K の血清への移行を認めないと報告している。私は健康成人 10 名に就いて採血直後 2000 回転 20 分間遠沈分離血清と、1 時間放置後分離血清の K, Na 及び Ca 濃度に就いて測定し次の如き結果を得た。即ち採血直後分離血清 Na 濃度 136.9~145.9mEq/L, 平均値 141.8mEq/L, 同血清 K 濃度 4.23~4.93mEq/L, 平均値 4.49

mEq/L, 同血清 Ca 濃度 4.63~5.13mEq/L, 平均値 4.89mEq/L の値を得、1 時間放置後分離血清 Na 濃度 136.0~148.9mEq/L, 平均値 141.7mEq/L, 同血清 K 濃度 4.18~5.22mEq/L, 平均値 4.78mEq/L, 同血清 Ca 濃度 4.68~5.10mEq/L, 平均値 4.87mEq/L であり、K に於いて軽度の増量を認め、Na 及び Ca には有意の変化は認められなかつた。従つて採血に当り安静を守らせ短時間の緊縛にて肘静脈より採血し、直ちに遠沈分離を行つた血清に就いて全例測定した。

1) 血清 Na 濃度: Na は主として細胞外液中に含まれ、陽イオンとして最大量を占め滲透圧維持、酸塩基平衡の維持、神経興奮性に重要な役割を有している。従来より報告されている正常 Na 濃度は一定ではないが、其の測定対象、方法等の相違より当然変動がある事は考えられる。

諸家の成績は Gamble¹⁷⁾ 及び Weisberg¹⁸⁾ の 142mEq/L, 日野原²⁰⁾ 137~149mEq/L 平均 143mEq/L, 上田¹⁹⁾ 142.7±2.44mEq/L, Wallance³¹⁾ 139±2.9mEq/L, 吉川²¹⁾ 143.9mEq/L Elliott³²⁾ 144.7±3.81mEq/L, 三沢³³⁾ 144.2±2.47mEq/L, 柳沢³⁴⁾ 138~150mEq/L, Marinis 144±3.6mEq/L 等で、私は 20~35 才の健康人に就いて測定した結果は最低値 136.5mEq/L, 最高値 145.9mEq/L, 平均値 141.1±2.64mEq/L で、その変動域及び平均値に於いて諸家よりも稍々低値であつた。

2) 血清 K 濃度: 成人の生体内に於ける K の量は Hoffmann³⁵⁾ によると 4000mEq その大部分は細胞内に含有され細胞外液中には僅かに 70mEq/L 有すのみと云われている。亦 Bland³⁶⁾ によると細胞内液中 K⁺ は 115mEq/L 含有されていると述べている。この様に生体内にて K は細胞内液中に大部分存し神経の興奮性や心機能の調整にあつかり、且 Na と共に血漿、組織液等の酸塩基平衡、滲透圧恒常性に重要な関連をもっている。血清 K に就いては報告者により其の値に可成り広い巾を有している。即 Weisberg¹⁸⁾ 及び Gamble¹⁷⁾ の 4.0~5.3mEq/L, 日野原²⁰⁾ 4.1~5.3 mEq/L 平均 4.5mEq/L,

Squire³⁷⁾ 3.5~5.3 mEq/L 平均 4.4 mEq/L, Danowski 4.4±0.3mEq/L, 柳沢³⁴⁾ 4.1~5.6 mEq/L, 上田¹⁹⁾ 4.72±0.6mEq/L, Elliott 4.18±0.43mEq/L, 玉井・石川⁸⁸⁾ 4.5±0.34mEq/L, 室岡³⁹⁾ 4.00~4.99mEq/L, 平塚⁴⁰⁾ 3.5~4.8mEq/L 平均 4.06±0.29mEq/L, 中島⁴¹⁾ 3.9~5.0mEq/L 平均 4.4mEq/L, 石田⁴²⁾ 3.9~5.3mEq/L 平均 4.67mEq/L 等である。私は Na 測定と同じ血清にて測定し、最低値 4.29 mEq/L, 最高値 4.92mEq/L, 平均値 4.51 ± 0.21mEq/L の値を得た。これは日野原, 上田, 石田氏の成績と近い値であつた。

3) 血清 Ca 濃度: 生体内 Ca は其の 90 % は骨及び歯牙中に存し, 残りの一部分が細胞外液中にあり, 細胞内には全く存しないと云われる。血清中には血清蛋白と結合状態にあるものとイオン化された Ca として存するものがある。Ca は植物神経との間に関連性を有し交感神経緊張増加にて Ca 量は減じ, 副交感神経緊張増加によつて増量する。即 Ca の量的変化は神経興奮性を調整し, 又直接心筋に対し, 低濃度は刺激的, 高濃度は抑制的に作用すると云われる。Ca と季節的変動に就いては従来より種々報告されている。即ち黒田, 岸野⁴³⁾ は季節的变化により消長はあるが, その変動は微弱で有意の変化は認められないと述べ, 吉村, 井上⁴⁴⁾。荻原⁴⁵⁾ は冬季に増量し夏期には減少すると報告しているが, 一方堂野前⁴⁶⁾ は冬季に減少し, 夏期に増加すると述べている。年令的変動に就いて日野原は小児, 青年共に同量であると云い, 荻原は小児, 青年よりも老人が高濃度で次いで小児濃度であると述べている。又田坂⁴⁷⁾ は乳幼児では少々高濃度であると報告している。正常 Ca 濃度の諸家による成績は Marriott, Hawland⁴⁸⁾, Kylin⁴⁹⁾, Luicher⁵⁰⁾, Zondck-Petaw⁵¹⁾ 等の 7.64~12.07mg/dl, Elliott 5.3~7.3mEq/L 平均 5.9mEq/L, 村上 4.9~5.4 mEq/L, Cecil 4.5~5.5mEq/L, Salmon⁵²⁾ 4.3~4.7mEq/L, 日野原 4.5~5.8mEq/L, 相羽⁵³⁾ 4.35~7.8mEq/L 平均 6.15mEq/L, 柳沢 4.85mEq/L, 吉川 4.7mEq/L, 石井⁵⁴⁾ 4.5~5.5mEq/L, Gamble 5mEq/L となつている。私は前二者と同

じ血清に就いて測定し最低値 4.22mEq/L, 最高値 5.75mEq/L, 平均 4.72±0.21mEq/L の値を得た。これは吉川氏の成績と略々一致していた。

4) 血清 Ur-N 量: 蛋白代謝の終末産物たる残余窒素はその成分中に尿素, クレアチン, クレアチニン, 尿酸, アミノ酸等を含有するが, 其中尿素が大部分を占め約 50% の割合にあると云う。

残余窒素は腎によつて排泄調整され血中濃度を一定に保つていのである。残余窒素中に含有される尿素窒素の百分比は Rosenberg によると第 3 表に示す如く報告されている。そこで

第 2 表 尿素窒素量判定規準

量mg/%	変 化
20以下	溶液が清澄
20~24	極めて微細な白濁
25	淡い白濁への移行部
26~29	薄い白濁より弱い白濁
30~60	乳白状の混濁
60以上	一分以内に白濁を生じ 5 分以内に強い乳白状混濁を生ず

第 3 表 尿素窒素の残余窒素中での百分比 (Rosenberg)

N.P.N.mg/%	Ur-N %
20~40	46~60
40~60	50~75
60~100	60~88
100~150	70~91
150以上	75~95

健康人 15 名に就いて血清 Ur-N 量を Xanthydrol 法により測定せる処, 14 名に 20mg/% 以下, 1 名に 20~24mg/% を認めたがこれには基礎的疾患も認められず, 全例正常値内にあつた。尙諸家による正常血清 Ur-N 量は, 石井 7~16mg/dl, 柳沢 8.5~15.5mg/dl 平均 12.5mg/dl, 吉川 10~15mg/dl, 齊藤⁵⁵⁾ 12~17mg/dl, 柴田 9~15mg/dl と報告されている。

V 結 語

20~35才の正常健康人 15 名に就いて Dr. Lange : Flame Photometer により血清 Na, K 及び Ca 濃度を, Caraway の Xanthidrol 法により血清 Ur-N 量を測定し下記の如き結果を得た.

1) 血清 Na 濃度: 最低値 136.5mEq/L, 最高値 145.9mEq/L, 平均値 141.1 ± 2.64 mEq/L であつた

2) 血清 K 濃度: 最低値 4.29mEq/L, 最高値 4.92mEq/L, 平均値 4.51 ± 0.21 mEq/L にて其

の変動域も比較的小にして本邦日野原氏の 4.4 mEq/L と其の平均値に於いて一致した.

3) 血清 Ca 濃度: 最低値 4.22mEq/L, 最高値 5.75mEq/L, 平均値 4.72 ± 0.21 mEq/L であつた.

4) 血清 Ur-N 量: 15例中14例 20mg/%以下であり 1 例に 20~24mg/% を認めたが全例正常値内にあつた.

(擱筆するにあたり終始御鞭撻, 御指導を頂き御校閲を賜りました恩師稲田教授に心より感謝致します.)

(文献後掲)