

液体疗法计算尺(输液尺)

戴德哉 戴茵

A Slide Rule for the Fluid Therapy

Dai Dezai Dai Yin

提 要

从尺上可以迅速读得液体疗法各项数据。如各年令小儿每天液体及电介质需要量, 脱水补液量等。从CO₂结合力、低血钠症的 mEq/L, 读出小儿各年令不同体重的碱性液或含钠液的补充量, 亦可从输入量读出各年令小儿血液中提高CO₂结合力或血钠的参考值。它是计算水电解质酸碱平衡的专用工具。

(一)

液体疗法计算尺是双面计算尺。正面标尺(见附图Ⅰ)可从患儿年龄或体重迅速地读得体表面积、水份日需量、Na⁺、K⁺ 日需量、输液速度以及轻、中、重度脱水输液量, 肺炎、新生儿, 手术后输液量, 各种张力混合液配比。

计算尺上有一游标, 用于对齐上下各条尺面的刻线。计算尺中间的动尺, 左右抽动可读得数据。

一、从年令读出体表面积、体重、水份日需量、Na⁺、K⁺ 日需量及输液速度:

在尺的下方有年龄尺面, 右侧为月令 1—24月, 左侧为年龄 2.5—18岁。将游标置于年令尺的刻线, 读出游标与上方各条尺面刻线重合的读数。

例: 一个月婴儿(见表1 及附图Ⅰ)。游标置于年令尺上月令“1”刻线, 读出各尺面刻线: 体表面积 0.22 平方米, 体重 3.8 公斤, 水份日需量 445 毫升(水份日需量尺面的单位: 月令所对百毫升, 年令所对千毫升), Na⁺ 日需量: 11 毫当量、0.9%NaCl 72 毫升, K⁺ 日需量: 6.6 毫当量、10%KCl 5 毫升, 输液速度(一般情况): 每小时 42 毫升, 每分钟 14 滴(每毫升 20 滴计算)。一个月婴儿的维持液: 0.9%NaCl 72 毫升, 10%KCl 5 毫升, 5—10%葡萄糖液加至445 毫升。

表1 从年令读得水份、 Na^+ 、 K^+ 日需量等

输液速度 滴/分 ml/小时	14 42	19 54	24 72	29 88	33 100	40 120	49 145
日需量 K^+ ml* mEq	5 6.6	6.3 8.4	7.8 10.4	9.4 12.5	11 14.8	14.4 19.4	19 25
日需量 Na^+ ml** mEq	72 11	91 14	112 17.4	163 21	163 24.8	210 32	275 42
水份日需量 ml	445	570	700	850	980	1200	1410
体 重 Kg	3.8	5.4	7.2	9.3	11.3	15	20.5
体表面积 M^2	0.22	0.28	0.345	0.42	0.495	0.635	0.84
年 令	1月	3月	6月	12月	2岁	4岁	8岁

* 10%KCl.

** 0.9%NaCl

亦可由患儿体重读得。

尺面上从年令读得体重是根据我国正常儿童的调查数字^[1] (男女平均值)。

体表面积按照 Du Bois 公式^[2]: $A = W^{0.425} \times H^{0.725} \times 71.84$ 。式中 A 为体积, W 为体重, H 为身高, 71.84 是常数。体重与身高采用我国正常儿童男女平均数^[1]。

水份日需量是根据体表面积计算的^{[3][4]}。婴儿: 1900—2000 毫升/平方米, 学龄前儿童: 1700—1900 毫升/平方米, 8—12 岁: 1500 毫升/平方米 (见表 2)。

表2 水份日需量

作 者	日 需 量	6月 7.2 kg	16月 10 kg	4岁 15kg	8岁 20 kg
Holliday & Sega	0—10kg 100ml/kg 10—20kg 1000ml + 50ml/kg 20kg以上 1500ml + 20ml/kg	720ml	1000ml	1250ml	1500ml
Finberg	新生儿: 750ml/ m^2 * (1120ml/ m^2) 1周到二岁: 1000ml/ m^2 * (1500ml/ m^2)	520ml	700ml	—	—
美浓 真	1500ml/ m^2	520ml	700ml	960ml	1260ml
输液尺	1900—2000ml/ m^2 学龄前儿童1700—1900ml/ m^2 8—12岁 1500ml/ m^2	700ml	900ml	1200ml	1410ml

* 基础量 $\times 1.5$

尺面数字大致相当于水份基础需要量^[4]的 1.5 到 2 倍，为禁食条件下医疗上每天需要补充的液体量。尿量保持在 900—1200 毫升/平方米。

Na^+ 日需量为 50 毫当量/平方米, K^+ 日需量为 30 毫当量/平方米。输液速度大致为每分钟 60—70 滴/平方米, 每小时 180—210 毫升/平方米左右。心肺机能不全的患儿, 输液速度限制在尺面数字的 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 。

二、脱水输液量

脱水尺面在动尺上, 可以左右抽动。在脱水尺面的左右二端为左标及右标, 用以对着水份需要量尺(即 D 尺)上刻线。脱水尺面有“轻度”、“中度”、“重度”, 箭头所示为输液幅度。通常用量由左侧或中间刻线所示(见表 3)。

表 3 脱水输液量

脱水程度	一般计算法 ml	输液尺	
		左侧刻线 ml	中间刻线 ml
轻度 (ml/kg) 10 kg	(100—150) 120 1200	900	1120
中度 (ml/kg) 10 kg	(150—200) 170 1700	1350	1580
重度 (ml/kg) 10 kg	(200—250) 220 2200	1800	2100
2岁(11.3kg)	2300	1960	2300
4岁(15kg)	3000	2400	2820
8岁(20.5kg)	4510	2820	3320

例: 10 公斤婴儿重度脱水, 24 小时输液量? 先将右标对体重 10 公斤刻线, 脱水尺面“重度”所对水份需要量读数为 1.8—2.43, 表示 1800—2430 毫升。左侧刻线及中间刻线分别读得 1.8 及 2.1, 表示通常可输液 1800 或 2100 毫升。

三、新生儿输液量

在新生儿输液尺面中有“出生”二字, 将“出生”对体重, 可读出新生儿一个月内输液量。例: 新生儿体重 2.6 公斤。将“出生”刻线对体重尺中 2.6 刻线, 从新生儿尺面的天数读得输液量如下:

新生儿天数	1	2	3	4	5	10	20	30
水份日需量 ml	154	190	230	270	307	336	365	385

四、手术后输液

尺面提供大手术后第一天、第二天输液量的参考数字。第三天起与正常同。尺面设有各年令刻线。例：6个月婴儿，施行肠切除手术后，第一、二天输液量？

右标对年令尺：月令“6”，第一天的1—2岁刻线对水份日需量360毫升，第二天的1—2岁刻线对水份日需量450毫升，第三天为700毫升。

五、肺炎输液

肺炎刻线在动尺的右侧。例：肺炎患儿10个月的输液量。右标对月令“10”刻线，肺炎刻线对560毫升。

六、输液剂的配比

动尺上设有等张316 mOsm/L, $\frac{4}{5}$ 张230 mOsm/L, $\frac{2}{3}$ 张210 mOsm/L, 1/2张160 mOsm/L, $\frac{1}{3}$ 张104 mOsm/L各种输液剂配比尺面。只要将左标或右标对所配输液量，方便地读出各种成分的数量。例：需要700毫升的4:3:2混合液。将右标对D尺:7，用游标读出4:3:2液尺面中刻线所对D尺读数如下：

4:3:2 尺面	0.9% NaCl	11.2% 乳酸钠	5% NaHCO ₃	葡水 ₂	M/6	葡水 ₁
D(水份日需量)尺 ml	312	26	43.5	358	155	233

用5%NaHCO₃或11.2%乳酸钠配制时，5—10%葡萄糖液用量为“葡水₂”刻线。如用等渗碱性液配制(M/6)：葡萄糖液用量为“葡水₁”刻线。

例：300毫升4/5张(7:6:5:4)混合液。

左标对D:3。

7:6:5:4 尺面	0.9%NaCl	10% KC1	(或1.2%KCl)
水分日需量 ml	95	6.5	54

其它刻线所对已越过D:10。将右标与左标对换，即右标对D:3

7:6:5:4 尺面	5%NaHCO ₃	(或11.2%乳酸钠)	葡水 ₂
水分日需量 ml	19	11.4	185

如果用M/6，可读得68.5毫升，葡萄糖液为82毫升(葡水₁)。

(二)

液体疗法计算尺的反面标尺(见附图Ⅱ)用于计算酸中毒的碱性液用量、补钠、补水、电介质计算、血液pH及小儿体表面积等。

一、代谢性酸中毒的碱性液用量

$\text{CO}_2 \text{ cp}$ (CO_2 结合力) 尺有 Vol% 及 mEq/L 二行刻线, 可以相互查对。碱性液尺: NaHCO_3 设有各种浓度, 以适应各地情况。乳酸钠设有 11.2% 及 M/6, 还有 THAM, 7.28% 等。C 尺表示提高 $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 的 Vol% 数。D 尺与年令相对的刻线表示小儿该年令的平均体重。运算结果碱性液的用量在 D 尺上读得。

例: 二个月婴儿, 酸中毒, 用 5% NaHCO_3 纠正。问: 1. 提高 10 Vol% 的用量? 2. 静脉滴注 5% NaHCO_3 40 毫升能提高多少 Vol%? 3. $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 15 Vol% 的 5% NaHCO_3 用量?

拉尺方法: 只要将碱性液尺: 5% NaHCO_3 对准年令尺: 2 月, 于是在 $\text{CO}_2 \text{ cp}$, 碱性液用量及提高 Vol% 之间构成详细查对表如下:

$\text{CO}_2 \text{ cp. Vol\%}$	40	35	30	25	20	15	10	5
提高 Vol% C 尺	10	15	20	25	30	35	40	45
5% NaHCO_3 . ml. D 尺	23	35	46.5	58	70	81.5	93	105

提高 Vol% C	4.3	8.6	12.9	17.2	21.5	25.8	30.11	34.4	38.6
5% NaHCO_3 . ml. D	10	20	30	40	50	60	70	80	90

上下尺面用游标对齐, C:1 对 D:2.3, 表示提高 10 Vol% 需用 5% NaHCO_3 23 毫升。 $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 15 Vol% 可读得 5% NaHCO_3 用量为 81.5 毫升, 先用 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 量。亦可读得如给予 40 毫升 5% NaHCO_3 可提高 17.2 Vol% (D:4 对 C:1.72)。

同时、 $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 的 mEq/L 与 D 尺 (碱性液用量) 间亦组成了查对表。

$\text{CO}_2 \cdot \text{Cp}$ mEq/L	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
5% NaHCO_3 ml D	27.5	33	38	43	49	54	59	64	69	75	80	85	90

如果所对 D 尺刻线已超越 D:10 (或 D:1), 例 10 个月婴儿用 5% NaHCO_3 纠正酸中毒、 $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 为 25 Vol%。5% NaHCO_3 与月令 “10” 对准后, $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 25 Vol% 已位于 D:10 之右, 读不到数字。此时将 C:1 与 C:10 在 D 尺上刻线位置对换, 先把游标置于 C:1, 把尺左拉使 C:10 移至游标下就行了。 $\text{CO}_2 \text{ cp}$ 25 Vol% 在 D 尺上读得 1.07, 表示 5% NaHCO_3 纠正全量为 107 毫升, 先给 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 。

如果碱性液用 11.2% 乳酸钠，对 11.2% 乳酸钠刻线对年令刻线即可。

不同年令患儿只要将相应年令刻线对准 NaHCO_3 或 11.2% 乳酸钠刻线，就能读出一系列查对数字。

计算尺上读出有效数。临床用量单位一般不可能相差十倍。婴儿纠正酸中毒的碱性液用量约 20—150 毫升。如果 5 个月婴儿读得 4.3· 必然是 43 毫升，不可能是 430 毫升或 4.3 毫升。

从上述查对关系中可看出，提高 $\text{Vol}\%$ 数值以达到 $50\text{Vol}\%$ 为标准。

亦可以从体重计算碱性液。D 尺刻线就是体重。尤其在年令大于 12 岁时，都由体重计算。如体重 37 公斤，将所需碱性液对 D:3.7，若用 5% NaHCO_3 对 D:3.7，C:1 对 D:1.85，表示提高 $10\text{Vol}\%$ ，5% NaHCO_3 用量为 185 毫升。

二、低钠血症补钠量

使用补盐补水尺、C 尺、D 尺及年令尺。

例：四岁小儿，血钠 105 毫当量/升，用 5% NaCl 液补钠。

将年令尺：四岁对补盐补水尺：5% NaCl ，即构成补钠换算表如下：

提高 Na^+ mEq/L (C 尺)	5	10	15	20	25	30	35	40
5% NaCl ml (D 尺)	54	108	161	215	268	322	375	430

本例血钠 105 毫当量/升，如要提高到 130 毫当量/升，应补 5% NaCl 161 毫升（总量）宜先用 1/3。如果输入 5% NaCl 100 毫升，提高多少毫当量/升？D:10 对 C:9.3，可提高血钠 9.3 毫当量/升。

用 3% NaCl 补钠，年令尺：四岁对准补盐补水尺：3% NaCl ，可读得一系列读数：

提高 Na^+ mEq/L (C 尺)	5	10	15	20	25	30	35	40
3% NaCl ml (D 尺)	88	176	264	353	440	528	617	705

补盐补水尺中还设有 NaCl ：15%、10%、0.9% 等刻线。

亦可以从体重读出补钠量。

三、高钠血症补水量

补盐补水尺中设有“葡水 5%”刻线。

例：患儿 5 岁。血清钠 154 毫克量/升，应补葡萄糖液多少毫升？

将年令尺：5 岁对补盐补水尺：葡水刻线，构成降低血钠毫当量/升与补 5% 葡萄糖液的查对关系，用量由下表选择。

降低 Na^+ mEq/L (C 尺)	5	10	15	20	25
5% 葡萄糖液 ml (D 尺)	240	480	720	960	1200

四、电介质计算

电介质尺面设有 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- ……以及 5% NaHCO_3 、4% NaHCO_3 、5% NaCl ……等刻线。

(1) 钠计算：

1. 血钠：毫当量/升与毫克%换算

将 Na^+ 刻线对 D:10 (或 D:1)。mEq/L 在 C 尺、mg% 在 D 尺构成换算表：

Na^+ mEq/L C	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
Na^+ mg% D	183	206	230	253	276	298	322	345	368	390

2. Na^+ 毫当量与 NaCl 溶液、 NaHCO_3 溶液、 Na^+ 克数、 NaCl 克数的换算：

将 D:10 (或 D:1) 对准电介质尺面中某刻线 (如 3% NaCl 液)，即可构成 Na^+ mEq (C 尺) 与该溶液的毫升数 (在 D 尺) 换算的对照表。亦可换算成 Na^+ 克数及 NaCl 克数。

Na^+ 毫当量与 NaCl 液、 NaHCO_3 液、 Na^+ 克数等换算

C	Na^+ mEq	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	D:10(D:1) 所对刻线
D	0.9% NaCl ml	65	130	195	260	325	390	455	520	585	650	0.9% NaCl
	3% NaCl ml	19.6	39	59	78.5	98	118	138	157	176	196	3% NaCl
	5% NaCl ml	12	23.5	35	47	59	71	82	94	106	118	5% NaCl
	5% NaHCO_3 ml	17	34	50	67	84	100	118	134	151	168	5% NaHCO_3
	Na^+ g	0.23	0.46	0.69	0.92	1.15	1.38	1.61	1.84	2.07	2.3	Na^+
	NaCl g	0.585	1.17	1.76	2.34	2.92	3.51	4.10	4.68	5.26	5.85	NaCl

这种换算亦可以由 D 尺向 C 尺查对。如 5% NaHCO_3 刻线与 D:10 相对后，可读出 10、20、30 毫升……中含 Na^+ mEq 相应为 5.95、11.9、17.8……等一系列读数。

如食盐限制在 1.5 克，相当于 Na^+ 毫当量多少？将 NaCl 刻线对 D:1，D:1.5 对 C:2.55，即 Na^+ 25.5 毫当量。

婴儿 (2—10 公斤) 每天 Na^+ 最低量 3—10 毫当量，相当于 NaCl 0.176—0.585 克 (NaCl 刻线对 D:1，C:3 对 D:1.76、C:10 对 D:5.85)。儿童 (10—40 公斤) 每天 Na^+ 最

低量 25—50 毫当量 (NaCl 刻线对 D:1, C:2.5 对 D:1.47, C:5.0 对 D:2.94), 相当于 NaCl 1.47—2.94 克。

10 公斤小儿, 失钠。轻度、中度及重度相应为失钠 7、12、17 毫当量/公斤, 各合多少克/公斤? 失钠量各占总钠量%? (10 公斤小儿总钠量约 10 克, 合 1 克/公斤)。又各合 NaCl 多少/公斤? 计算如下:

失钠量	Na ⁺ mEq/kg C 尺	Na ⁺ g/kg (Na ⁺ 刻线对 D:1 或 D:10) D 尺	失钠%	NaCl g/kg (NaCl 刻线对 D:1 或 D:10) D 尺
		D 尺		D 尺
轻度失钠	7	0.161	16%	0.41
中度失钠	12	0.275	27.5%	0.7
重度失钠	17	0.39	39%	0.995

(2) 钾计算

1. 血钾毫当量/升与毫克%

将 K⁺ 刻线对 D:1 (或 D:10), 换算如下:

K ⁺ mEq/L C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K ⁺ mg% D	3.9	7.85	11.7	15.6	19.6	23.5	27.4	31.3	35.3	39

血钾正常范围: 16—22 毫克% (D 尺), 在 C 尺相应读得 4.1—5.6 毫当量/升。

2. K⁺ 毫当量与 KCl 溶液、K⁺ 克数换算:

KCl 刻线对 D:1 或 D:10, 构成 K⁺ 毫当量与 10% KCl 溶液换算。K⁺ 刻线对 D:1 或 D:10, 构成 K⁺ 毫当量与 K⁺ 克数的换算:

K ⁺ mEq C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10%KCl m1 D	7.45	14.9	22.4	29.8	37.3	44.7	52.2	59.6	67	74.5
K ⁺ g D	0.39	0.79	1.17	1.56	1.96	2.35	2.74	3.13	3.53	3.9

例: 小儿 10 公斤, 失钾: 轻度、中度及重度相应为小于 4, 4—8, 8—15 毫当量/公斤, 求失钾%? 正常 10 公斤小儿的钾为 36 毫当量。用 C、D 尺作除法运算, 求%?

轻度失钾: C:3.6 对 D:4, C:1 对 D:1.11, 失钾在 11.1% 以下。中度失钾: C:3.6 对 D:8, C:1 对 D:2.22, 失钾 11—22%。重度失钾: C:3.6 对 D:1.5, C:10 对 D:4.16, 失钾 22—41.6%。

(3) 氯计算

1. 血氯毫当量/升与毫克% 换算

将 Cl⁻ 刻线对 D:1 (或 D:10), 换算如下:

Cl ⁻ mEq/L C	80	85	90	95	100	105	107	110	115	120	125
Cl ⁻ mg% D	284	301	319	336	355	373	380	390	408	425	445

2. Cl⁻毫当量与0.9%NaCl, 10%KCl 换算:

将0.9%NaCl 对D:1(或D:10), KCl对D:1(或D:10), 构成下列换算关系:

Cl ⁻ mEq C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.9%NaCl ml. D	65	130	195	295	325	390	454	520	582	650
10%KCl ml. D	7.45	14.9	22.4	29.8	37.3	44.7	52.2	59.6	67	74.5

(4) HCO₃⁻ 计算

1. HCO₃⁻与 Vol%互换

在CO₂结合力尺面中: HCO₃⁻ mEq/L与Vol%相互查对。

亦可以将HCO₃⁻刻线对D:10(或D:1), 换算关系如下:

HCO ₃ ⁻ mEq/L C	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
CO ₂ Vol% D	6.7	13.3	20.2	26.9	38.5	40.3	47	53.8	60.5	67

2. HCO₃⁻毫当量与5%NaHCO₃换算:

将5%NaHCO₃对D:10(或D:1)。换算关系和Na⁺毫当量相同。例, 5%NaHCO₃ 130毫升, 含HCO₃⁻多少毫当量? D:1.3对C:7.74, 含77.4毫当量。从D尺读C尺数值, 换算如下:

5%NaHCO ₃ ml D	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
HCO ₃ ⁻ mEq C	6	11.9	17.8	23.7	29.7	35.7	41.6	47.5	53.4	60

(5) 分子量、原子量、克当量

将D:1分别对电介质尺上 NaHCO₃、KCl、NaCl、K⁺、Cl⁻、Na⁺、Ca⁺⁺及HCO₃⁻, C:10所对D尺上读数就是分子量, 原子量或克当量。

五、血液酸碱度

把Henderson—Hasselbach公式设计成尺面。pH = pK' + lg $\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$, $[\text{H}_2\text{CO}_3] = \text{CO}_2 \text{张力} \times 0.03$ 。[HCO₃⁻]在C尺, CO₂张力在D尺, 二数刻线对准后, C:10或C:1对pH尺, 读得pH值。

例: Pco₂正常值36—44 mmHg, 标准重碳酸21—27 mEq/L, 求血浆pH的正常范围? Pco₂44 mmHg(C:4.4)对标准重碳酸21 mEq/L(D:2.1), C:10对pH尺: 7.30。Pco₂36 mmHg(C:3.6)对标准重碳酸27 mEq/L(D:2.7), C:10对pH尺: 7.50。血

浆 pH 正常范围：7.30—7.50。

求标准重碳酸 mEq/L。例：血液 pH：7.35， P_{CO_2} 40mmHg。将 C:10 对 pH 尺：7.35，由 C:4 读得 D:2.14，标准重碳酸为 21.4mEq/L。

六、血容量

正常血细胞压积以 42% 为准。例：15 公斤患儿，血细胞压积为 56%，试计算血浆缺少量？

D 尺——血细胞压积 56% (D:5.6)，对体重——C 尺 (15 公斤为 C:1.5)，再从血细胞压积尺上“56”刻线对 C 尺上读数为 2.63，血浆缺少量为 263 毫升。

七、小儿体表面积

正面标尺中所读得的体表面积是各年令的男女儿童平均值。在这里从身高及体重精确地读出每个儿童的体表面积，从早产儿 $0.13M^2$ — 青春期 $1.7M^2$ 。

身高尺：35—180cm，体重尺：2—60Kg。身高尺左端有一起点线，用它对准体重尺。

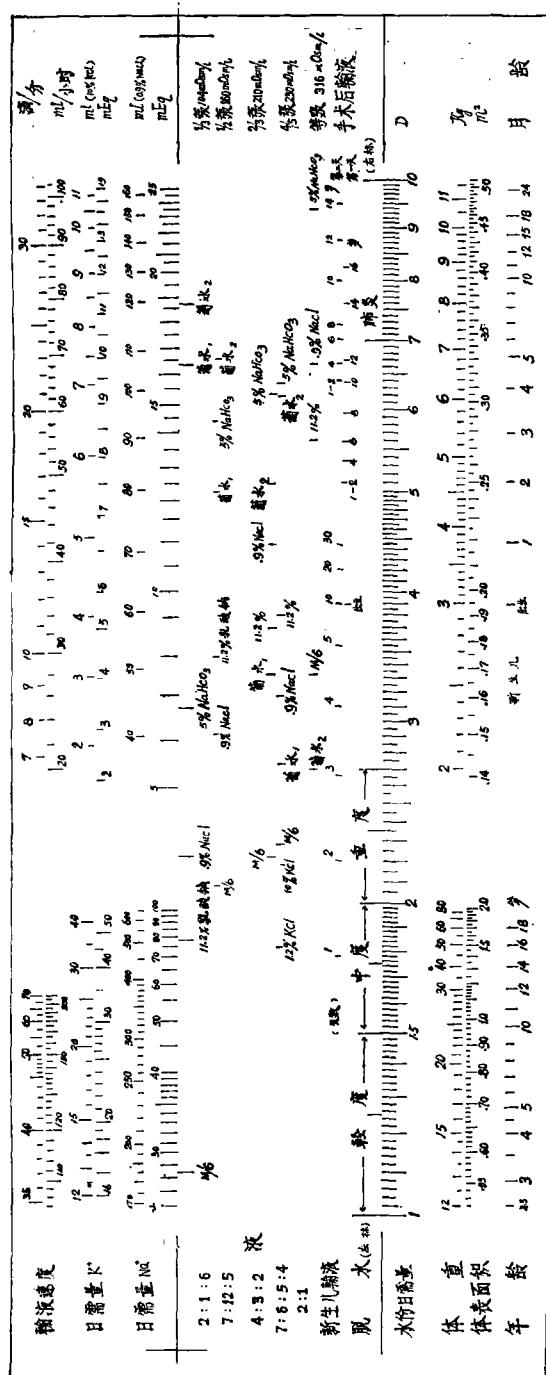
例：新生儿身高 45 cm，体重 3 Kg，求体表面积？将身高尺起点线对准体重尺上 3Kg 的刻线，再从身高尺：45 对体表面积尺刻线，用游标对齐，读得 $0.181M^2$ 。

例：儿童身高 116cm，体重 19Kg，求体表面积？身高尺的起点线对体重尺：19Kg，身高 116 cm 对体表面积尺 $0.79M^2$ 。

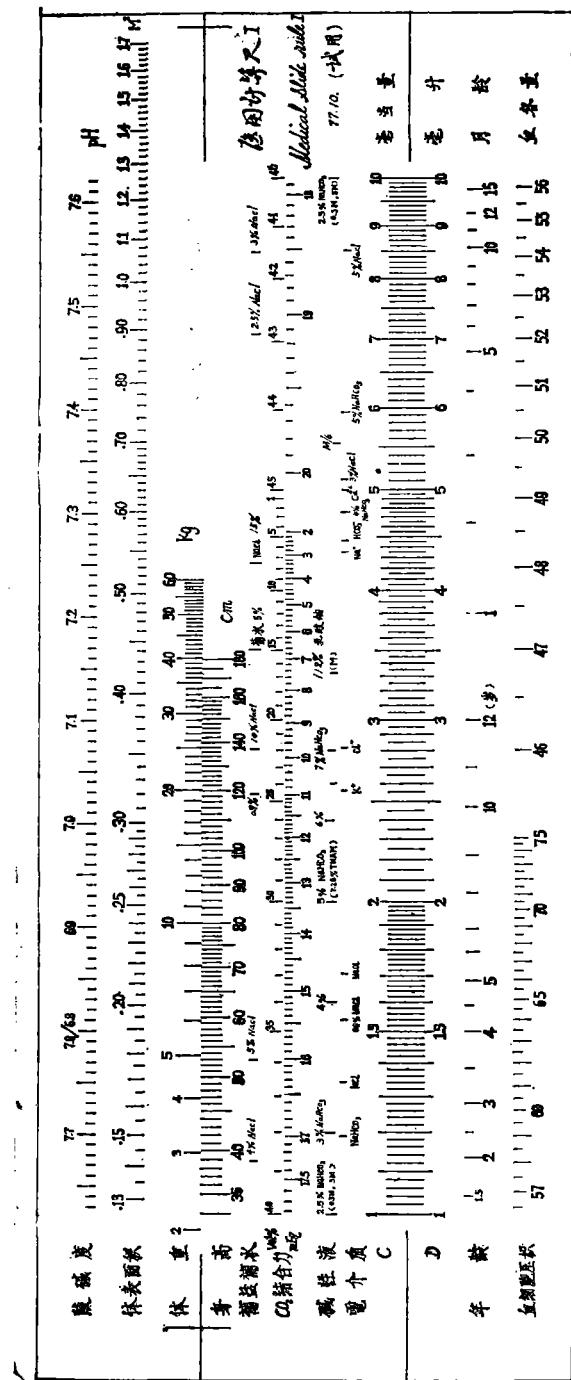
在使用液体疗法计算尺时，对尺面各种刻线及定位必须熟悉后，才能应用自如，感到方便。经初步试用，收效较好。初用时还不能一看就懂，一学就会，定位不易记清。

参考文献

- [1] 上海第二医学院编：内科手册 607~608 页 1971 年，1972
- [2] Mountcastle V B: Medical physiology p. 1246, 1974
- [3] 美浓 真著：小儿输液の实际 p.97.100.118, 1972
- [4] Finberg L: Pediatrics 45:1029, 1970



附：图 I 液体疗法计算尺（正面）



附：图 I 液体疗法计算尺（反面）