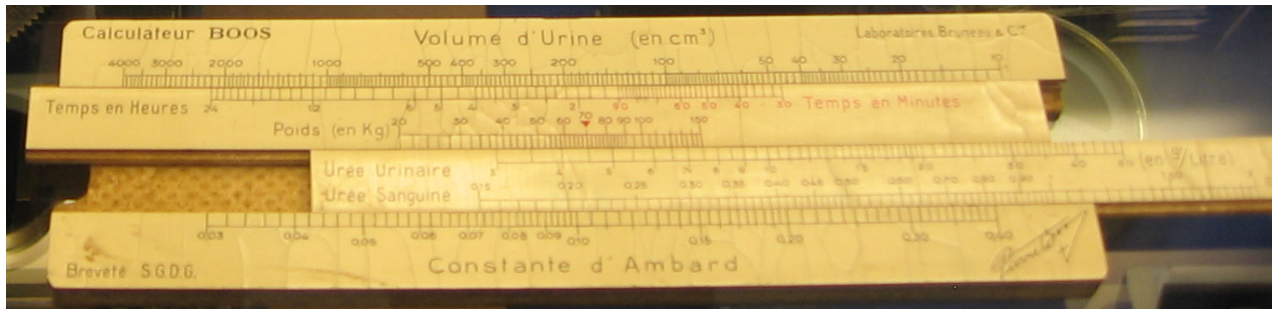


Urine rekenliniaal Gerald Tremblay, Chris Hakkaart, Andries de Man



Urine Slidechart van d'Ambard

In de vorige MIR liet ik een aantal Rekenlinialen zien die in het Museum voor de Geschiedenis der Wetenschappen te Gent liggen. Een ervan betrof een urine Rekenliniaal, eigenlijk een slidechart, waar mij de werking van onduidelijk was. Op de oproep of iemand de werking ervan kon uitleggen kwam een uitgebreide reactie van Gerald Tremblay uit Pennsylvania, USA en van Andries de Man. Waar een MIR al niet goed voor is. Een compliment voor Gerald, die het Nederlands kon lezen en een compliment voor onze taal, dat die toch voor anderstaligen leesbaar blijkt te zijn. Zijn uitleg en een aanvulling daarop uit een meegestuurd medisch artikel [1] is verwerkt en aangevuld met de informatie waar Andries mee aan kwam over een andere verbeterde Urine slidechart.

Om de leesbaarheid te vergroten, een aantal vaktermen volgens de digitale van Dale:
urea is ureum is pisstof (carbamide, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)
urine is urine
nephritis is nefritis of nierontsteking/ziekte
uremia is uremie of bloedvergiftiging
excretion is afscheiding

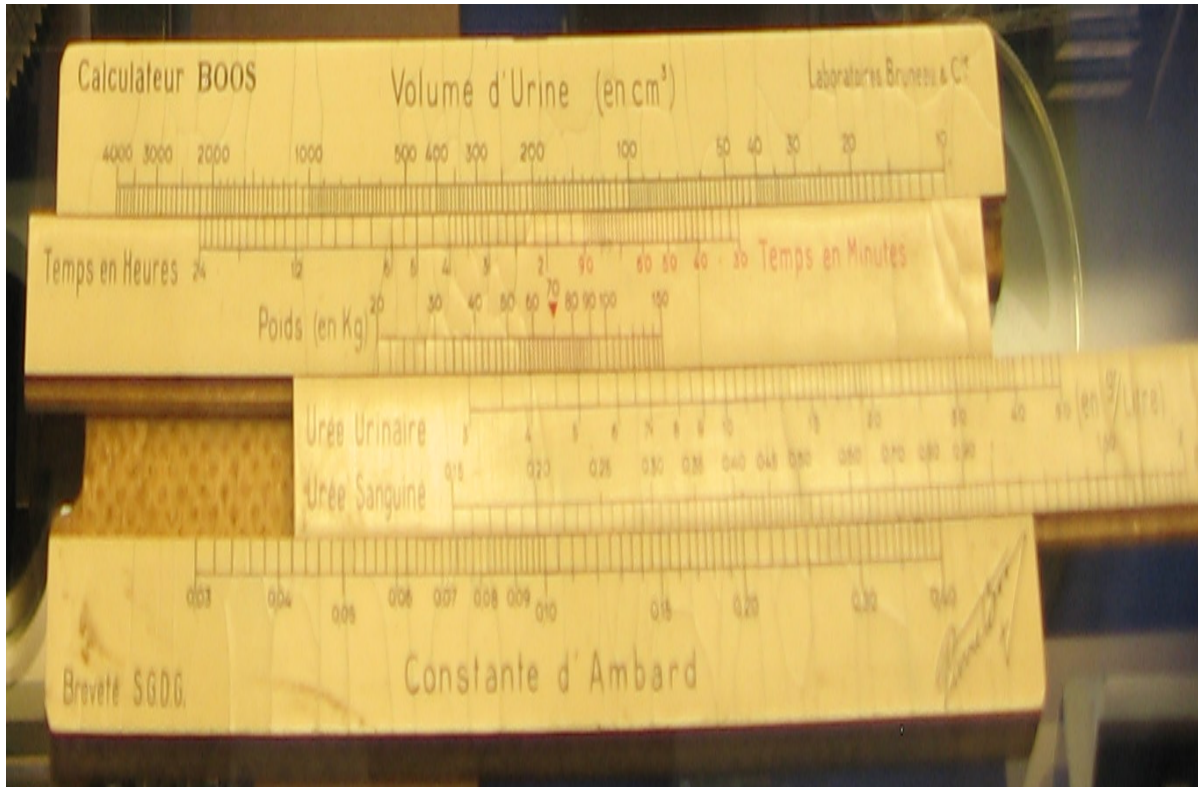
Urine slidechart van d' Ambard

This medical slidechart type of rule was probably made after 1910 in France. It was used to calculate the ratio of blood urea to urine urea, which is a useful way to express kidney function. As you probably know, urea is the waste product from the metabolism of protein. In high levels it is toxic, so the body must eliminate it in the urine. Normally the relationship between the concentration of urea in the blood to the concentration of urea in urine is maintained at a relatively stable level. In severe kidney disease (for example, in nephritis), the kidney becomes unable to excrete the urea into the urine, and the concentration of urea in the blood rises. This condition is called uremia.

To use the rule, one first finds the volume of urine collected in cm^3 (top scale) and places the time interval (second scale) for the urine collection (in hours) under the volume. The concentration of urea in the patient's urine (4th scale) is next aligned with the patient's body weight in kg (3d scale). One then finds the patient's blood urea concentration on the 5th scale. Below it, on the bottom scale, one reads off the corresponding index of urea excretion (the "constante d'Ambard").

Leo Ambard was the French physician who recognized the relationship between the blood and urinary urea concentrations in health and disease. He published his observations between 1905 and 1912.

Voordat de berekeningsmethodiek wordt behandeld, eerst een nadere bestudering van de slidechart zelf. Ten behoeve van een beter afleesbaarheid is een afdruk bijgevoegd, waarbij de verticale schaal is vergroot.



Urine slidechart van d'Ambard met vertrokken schaal

Wat valt er zoals op:

- De SC is voorzien van Franse tekst
- De basis is een houten onderstel, voorzien van een kunststof toplaag waarop de schaal indeling en overige tekst staat aangegeven.
- Er staat ook exclusief op dat het gaat om de Constante d'Ambard te berekenen.
- Rechtsonder staat er een handtekening, die niet te ontcijferen valt. Het zou de maker van de slidechart kunnen zijn, of de eigenaar.
- De Franse patent code Brevete S.G.D.G. staat vermeld.
- Linksboven staat: Calculateur Boos.
- Rechtsboven staat vermeld, doch is slecht leesbaar: Laboratoires Bru?e??a & Co, Waarschijnlijk staat er Laboratoires Bruneera & Co. Het zou ook nog Bruxella & Co kunnen zijn. Maar aangezien d'Ambard een Fransman was, is dit minder voor de hand liggend. Dit moet nader uitgezocht worden.
- De vormgeving is zeer bijzonder, er is sprake van 2 schuiven, die langs elkaar kunnen schuiven. Hierdoor kunnen alle instellingen in een keer ingesteld worden.
- De schalen op de slidechart:

	Schaal	Tekst	Range		Type verdeling
			Van	tot	
	Top	Volume d'Urine (en cm ³)	4000	10	logarithmisch
Bovenste schuif	Second	Linkerkant in zwart: Temps en Heurs Rechterkant in rood: Temps en Minutes	24 90	2 30	logarithmisch
Bovenste schuif		Poids (en kg)	20	150	logarithmisch
Onderste schuif	Third	Uree Urinaire (en gr/Litre)	3	50	logarithmisch
Onderste schuif	Fourth	Uree Sanguine (en gr/litre)	0.15	2	logarithmisch
	Fifth	Constante d'Ambard	0.03	0.40	logarithmisch

- Op de gewichtsschaal is bij de 70 kg een rode markerings driehoek geplaatst. Dit werd door Ambard als referentie lichaamsgewicht gebruikt.

De constante van Ambard [2] drukt uit hoe ureum-excretie afhangt van de concentratie van ureum in het bloed:

$$K = \frac{U_r}{\sqrt{D \times \frac{70}{W_t} \sqrt{\frac{C}{25}}}}$$

waarin

- K = constante van Ambard
- U_r = Ureum in gram per liter bloed = Uree sanguine
- D = Ureum in urine in 24 uur in gram
- W_t = Gewicht van patiënt in kilogram = Poids
- C = Concentratie ureum in gram per liter urine = Uree urinaire

De stand waarin de slidechart op de foto ligt, weerspiegelt de volgende berekening, uitgaande van iemand met een gewicht van 70 kg:

	Scale		Tekst	Range	
	Top		Volume d'Urine (en cm ³)	173	logarithmisch
Bovenste schuif	Second	D	Linkerkant in zwart: Temps en Heurs Rechterkant in rood: Temps en Minutes	105 min = 1.75 h	logarithmisch
Bovenste schuif		Wt	Poids (en kg)	70	logarithmisch
Onderste schuif	Third	C	Uree Urinoir (en gr/Litre)	4.5	logarithmisch
Onderste schuif	Fourth	Ur	Uree Sanguine (en gr/litre)	0.218	logarithmisch
	Fifth	K	Constante d'Ambard	0.105	logarithmisch

De normale waarden van K liggen volgens Ambard tussen 0.06 en 0.07.

Bovenstaande is een aflezing van de positie van de schuiven. Bij gebrek aan handleiding is het niet zeker dat de toepassing juist is.

Urine slidechart van Franklin McLean

In 1915 kwam Franklin McLean met een aantal verbeteringen [3].

Ten eerste vond hij, met verbeterde laboratoriumtechnieken, dat de constante rond de 0.08 ligt.

Verder bedacht hij dat er een index moest worden gebruikt, die lineair was in de excretie-snelheid D en als normale waarde 100 heeft.

Dit leidde tot de formule

$$I = \frac{D \times \sqrt{C} \times 8.96}{W_t \times U_r^2}$$

Waarin I de "index" van McLean is. I is dus omgekeerd evenredig met het kwadraat van K. De factor 8.96 volgt uit

$$100 \times 0.08^2 \times \frac{70}{\sqrt{25}} = 8.96$$

Om de berekeningen te vereenvoudigen werd een aangepaste 10-inch Keuffel en Esser rekenliniaal gebruikt, die in een voetnoot van McLean's artikel [3] werd "geplugd" en in een bijlage werd besproken.

Deze rekenliniaal was ook te gebruiken voor een berekening van de concentratie keukenzout in het bloed.

Voor diegene die het niet meer weten: Plasma NaCl = 5.62 + E

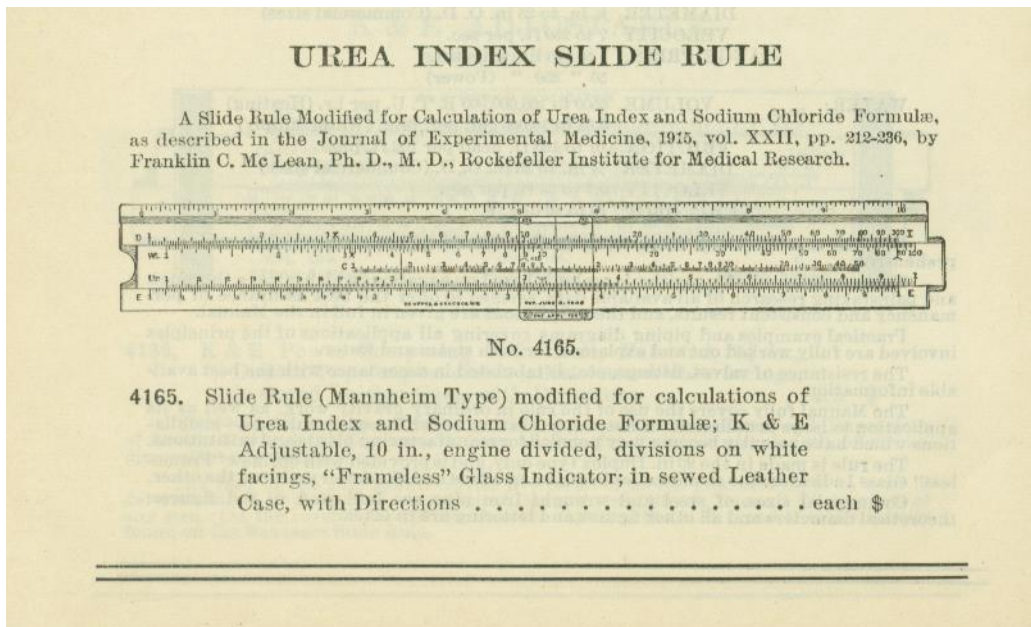
De te gebruiken formule is:

$$E = \sqrt{\frac{D' \times \sqrt{C'}}{4.23 \times Wt}}$$

Waarin:

- E = Keukenzout overschot in gram per liter bloed
- D' = NaCl in urine in 24 uur in gram
- Wt = Gewicht van de patiënt in kilogram
- C' = Concentratie NaCl in gram per liter urine.

McLean's rekenliniaal is als nummer 4165 in de K&E catalogi van 1916 tot en met 1925 [4] te vinden. In 1927 was deze uit de catalogus verdwenen.



Urine slidechart van Mclean vermeld in K&E catalogus



Foto van Urine slidechart van Mclean (afkomstig van de website)

De volgende schalen staan op deze slidechart vermeld:

	Schaal	Betekenis	Range		
			van	tot	
	D en I	Ureum of NaCl in urine in 24 uur (gram)	1	100	logaritmisch
Schuif	Wt	Gewicht in kg	1	100	logaritmisch
Schuif midden	C	Concentratie ureum of NaCl in gram per liter urine	0.1	50	Logaritmisch; loopt over tweede (log ₁₀ 5) van liniaal, begint bij Wt=□10, zou over de volle lengte van 0.01 tot 100 lopen
Schuif	Ur	Ureum in gram per liter bloed	1	10	logaritmisch
	E	Keukenzout overschot in bloedplasma gram per liter	1	10	logaritmisch

De D-schaal is ook als I-schaal gemerkt. Op de schuif bevinden zich drie markeringen: een pijl op de Wt schaal bij 89.6 die naar de I-schaal wijst (voor de ureum-index), een pijl onder 1 op de C schaal die naar de E-schaal wijst en een lijn op de Wt schaal bij 4.23

McLean geeft de volgende voorbeelden:

A: Calculation of the urea index:

Gm. urea excreted per 24 hrs	D = 20.0
Gm. urea per liter of urine	C = 11.0
Gm. urea per liter of blood	Ur = 0.330
Body weight in kilos	Wt = 55.0

I. 55.0 on Wt scale is set opposite 20.0 on D scale (first position).

II. Hair line on runner is moved to 11.0 on C scale (second position).

III. Slide is moved so that 3.30 on Ur scale is at hair line on runner (third position).

Reading is now made at the arrow which points to scale I and is between 99.0 and 100.0 Therefore the index, I, is 100.0

B: Calculation of plasma sodium chloride.

Gm. sodium chloride excreted per 24 hrs	D = 18.0
Gm. sodium chloride per liter of urine	C = 9.0
Body weight in kilos	Wt = 40.0

- I. 40.0 on Wt scale is set opposite 18.0 on D scale (first position).
 - II. Hair line on runner moved to 9.0 on C scale (second position).
 - III. Constant at 4.23 on Wt scale moved to hair line on runner.
- Reading is made opposite the arrow on E scale, which is at 0.57.
Calculated plasma sodium chloride = $5.62 + E = 5.62 + 0.57 = 6.19$.

Ten slotte

Alhoewel de Boos slidechart er door de afwijkende vorm van de schalen bijzonder uitziet, lijkt het gebruik ervan eenvoudig. Een arts die regelmatig zo'n berekening moet maken kan er profijt van hebben. Het gaat snel en vermindert de kans op berekeningsfouten. Op de K&E 4165 is een extra berekening nodig als er niet precies 24 uur lang urine verzameld is.

This method is not much used now, because the blood urea concentration is too variable. Modern measurements of kidney function still rely on timed collections of urine, but they use creatinine instead of urea, and the laboratory value is expressed as "creatinine clearance".

Bronnen:

- [1] The Mechanism of Urea Retention in Nephritis, door Franklin C. McLean M.D. from the Hospital of The Rockefeller for Medical Research, 3 maart 1917, 21pagina's
- [2] L. Ambard, "Lois numériques de la sécrétion de l'urée", Journal de physiologie et de pathologie générale, Paris, 12 (1910) 209-219.
- [3] Franklin C. McLean, "The numerical laws governing the rate of excretion of urea and chlorides in man. I. An index of urea excretion and the normal excretion of urea and chlorides", The Journal of experimental medicine 222 (1915) 212.
- [4] Keuffel en Esser Catalogs, 1916, 1921, 1922, 1925. Zie ook <http://www.mccoys-kecatalogs.com/K&ECollection/4165/ke4165.htm>