



L'utilisation de la saturation relative dans l'investigation des lithiases urinaires finalement à l'ère de l'informatique

Geneviève Plante¹, Denis Ouimet² et Robert Robitaille¹

¹Service des laboratoires de la biochimie et ²Service de néphrologie, CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, 5415 boulevard de l'Assomption, Montréal, Québec, H1T2M4.

RÉSUMÉ

Contexte : Les lithiase urinaires, communément appelés « pierres aux reins », sont des cristaux durs qui se forment dans les reins et peuvent entraîner de vives douleurs. Un des outils utilisés dans l'investigation et le suivi du traitement est la mesure des principaux constituants des lithiases et la détermination de la saturation relative de l'urine à partir de nomogrammes développés dans les années 1970.

Objectifs : Développer des équations mathématiques pouvant être programmées dans le système d'information de laboratoire (SIL) afin de remplacer l'utilisation des nomogrammes pour estimer la saturation relative de l'urine. Comparer les résultats issus des équations mathématiques et des nomogrammes. Évaluer le gain de performance associé à l'utilisation des équations mathématiques.

Méthode : Les données de la saturation relative dérivées des nomogrammes et des paramètres acide urique, ammoniacque calcium, citrate, cystine, magnésium, oxalate, pH et phosphate ont été extraites du SIL. Les équations mathématiques ont été dérivées à partir des droites sur les nomogrammes de saturation relative et ont été validées à l'aide des données recueillies du SIL pour les différents paramètres. La comparaison a été effectuée par une régression de Deming.

Résultats et discussion : Cinq équations mathématiques ont été dérivées pour calculer la saturation relative en calcium-oxalate, calcium-phosphate, magnésium-ammoniacque-phosphate, acide urique et cystine. Le coefficient de corrélation (R²) obtenu pour chacune des 5 équations se situait entre 0,97 et 0,99.

Conclusion : Ces équations peuvent être intégrées directement dans le SIL et peuvent remplacer avantageusement l'utilisation des nomogrammes pour le calcul de la saturation relative dans l'investigation et le traitement des lithiases urinaires.

INTRODUCTION

- On estime qu'en Amérique du nord, une personne sur 10 développera des lithiases urinaires au moins une fois cours de sa vie
- Les lithiases urinaires sont des agrégats cristallins retrouvés dans l'appareil urinaire. Elles sont causées par un état de sursaturation de l'urine (1)
- Les taux de récurrence sont estimés à 10-23% par année et peuvent atteindre 50% dans les 5 ans si les traitements appropriés et le suivi ne sont pas mis en place (2).
- Chez la plupart des patients, lors de récurrences, la composition des nouvelles pierres urinaires est similaire à la composition des lithiases originales.

Composante	Fréquence (3)
Oxalate (plus fréquent)	
• Monohydrate (whewellite)	78%
• Dihydrate (Weddellite)	43%
Calcium phosphate (apatite)	33%
Acide urique	10%
Magnésium ammonium phosphate (infections)	6%
Cystine	0,3%

- La solubilité de ces composés est fortement liée au pH de l'urine.
- La détermination du risque de formation de lithiase urinaire basée sur le niveau de saturation relative de l'urine avec les différents composants des lithiases est utile dans l'évaluation de récurrence et les suivis de traitements.

NOMOGRAMMES

Marshall, R. W., and W. G. Robertson. "Nomograms for the estimation of the saturation of urine with calcium oxalate, calcium phosphate, magnesium ammonium phosphate, uric acid, sodium acid urate, ammonium acid urate and cystine." *Clinica Chimica Acta* 72.2 (1976): 253-260.

5 nomogrammes différents

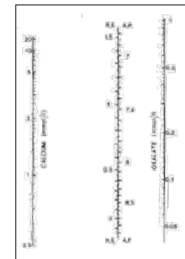
(Calcium)⁴ x (Phosphate)³ vs pH

Calcium vs Oxalate

Urates vs pH

Magnésium x Ammonium x Phosphate vs pH

Cystine vs pH



Saturation relative

< 0 : Urine non saturée pour ces constituants. Il ne devrait donc pas y avoir de formation de cristaux.

0 - 1 : État où l'agrégation et la formation de cristaux est possible mais la présence de cristaux n'entraîne pas de formation spontanée de nouveaux cristaux.

> 1 : Formation spontanée de cristaux probable.

Problèmes associés à leur utilisation

- Travail long (environ 1 heure par semaine) nécessitant de la concentration
- Sujet aux variations interindividuelles
- Sujet à l'erreur humaine

Solution

- Dériver des équations mathématiques permettant une intégration des nomogrammes dans le LIS.

ÉQUATIONS

Calcium-phosphate vs pH (SROCP)

$$\text{SROCP} = -0,2609 (\text{pH})^2 + 4,433 (\text{pH}) + 0,141 (\ln (\text{Calcium})^4 (\text{phosphate})^3) - 19,16$$

Urates vs pH (SRURA)

$$\text{SRURA} = 0,381 (\text{pH})^2 + 2,735 (\text{pH}) + 1,09 \ln (\text{Urates}) - 4,44$$

Calcium vs oxalate (SROXC)

$$\text{SROXC} = -0,0008 (4,964 \ln (\text{oxalate}) + 1,532 (1/\text{calcium})^2 - 6,916 (1/\text{calcium}) + 23,398)^2 + 0,474 \ln (\text{oxalate}) + 0,146 (1/\text{calcium})^2 - 0,66 (1/\text{calcium}) + 2,05$$

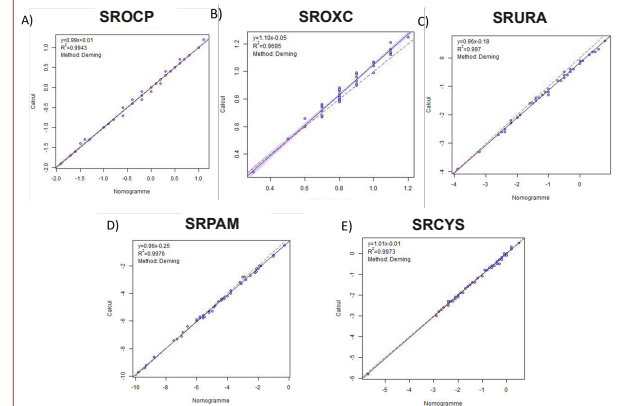
Magnésium-ammonium-phosphate vs pH (SRPAM)

$$\text{SRPAM} = (-0,422 (\text{pH})^2 + 9,516 (\text{pH}) + 1,09 \ln (\text{magnésium} \times \text{ammonium} \times \text{phosphate}) - 54,04$$

Cystine vs pH (SRCYS)

$$\text{SRCYS} = -0,5832 (1/(14-\text{pH}))^2 + 183 (1/(14-\text{pH})) + 1,093 \ln (\text{Cystine}/1000) - 1,719$$

RÉSULTATS



CONCLUSIONS

- Cinq équations mathématiques ont été dérivées des nomogrammes de saturation relative de l'urine pour permettre leur intégration dans le LIS.
- La méthode est plus reproductible et n'est plus sujette à la variabilité interindividuelle ou à l'erreur humaine.
- L'intégration dans le LIS permet un meilleur turnaround time puisque les résultats de saturation relative sont disponibles dès que les mesures sont obtenues des analyseurs.

RÉFÉRENCES

- Denstedt, John D., and Andrew Fuller. "Epidemiology of stone disease in North America." *Urolithiasis*. Springer London, 2012. 13-20.
- Krepinsky, Joan, Alistair J. Ingram, and David N. Churchill. "Metabolic investigation of recurrent nephrolithiasis: compliance with recommendations." *Urology* 56.6 (2000): 915-920.
- Schubert, Gernot. "Stone analysis." *Urological research* 34.2 (2006): 146-150.