

REGULATION DU CALCIUM

Dr Omar DAHMANI, Dr Amal BELCAID, Dr Ouafa EL AZZOUZI, Dr Hayat EL HAMI

PLAN

INTRODUCTION

REPARTITION DU CALCIUM DANS L'ORGANISME :

- I- Le calcium osseux**
- II- Le calcium cellulaire**
- III- Le calcium extra cellulaire**
 - A- Le calcium sanguin**
 - B- Le calcium des autres liquides extra cellulaires**

LE BILAN CALCIQUE :

- I- Les apports**
- II- Les besoins**
- III- L'absorption intestinale**
- IV- Les pertes**

L'HOMEOSTASIE CALCIQUE :

- I- La parathormone :**
 - A- Action osseuse**
 - B- Action rénale**
 - C- Action intestinale**
 - D- Régulation**
- II- Le calcitriol :**
 - A- Action intestinale**
 - B- Action osseuse**
 - C- Action rénale**
 - D- Régulation**
- III- La calcitonine :**
 - A- Action sur l'os**
 - B- Action rénale**
 - C- Régulation**
- IV- Les autres hormones**

CONCLUSION

REGULATION DU CALCIUM

Dr Omar DAHMANI, Dr Amal BELCAID, Dr Ouafa EL AZZOUZI, Dr Hayat EL HAMI

INTRODUCTION :

- Le calcium est un métal bivalent, présent en grande quantité dans le tissu osseux.
- C'est l'électrolyte le plus abondant de l'organisme.
- Indispensable au développement normal du squelette, il joue un rôle important à l'état ionisé dans la perméabilité cellulaire, l'excitabilité neuro-musculaire et l'activation de certains systèmes enzymatiques, notamment la coagulation.
- Son métabolisme est étroitement lié à celui des phosphates.
- De nombreux mécanismes de contrôle, hormonaux et vitaminiques assurent sa régulation, pour maintenir l'homéostasie calcique indispensable à l'homéostasie de l'organisme entier.

REPARTITION DU CALCIUM DANS L'ORGANISME :

- L'organisme contient 1kg de calcium, dont 99% se trouve dans l'os, le cartilage et les dents.
- Le reste 1% est situé dans les tissus mous = 11g (10g intracellulaire et 1g extracellulaire)

I- Le calcium osseux :

- Quantitativement le plus important, essentiellement sous forme de cristal d'Hydroxy apatite.
- L'os est un tissu actif en perpétuel renouvellement, avec un équilibre entre ostéof ormation et ostéolyse. Chaque jour 500 mg sont échangés entre l'os et milieu extracellulaire.
- L'ostéogénèse : est due aux ostéoblastes qui synthétisent la trame protéique de l'os, matrice qui est ensuite minéralisée. Cette minéralisation dépend du produit phosphocalcique sérique (trame organique riche en hydroxyproline) → AA spécifique du collagène
- L'ostéolyse : résorption osseuse : est due à l'action des ostéoclastes (l'augmentation de l'hydroxyprolinurie en est témoin).

II- Le calcium cellulaire= intra-cellulaire :

- La pénétration intra-cellulaire du Ca^{++} et sa répartition entre cytoplasme et mitochondrie est sous dépendance hormonale (PTH-vit D) et vitaminique.
- Le Ca^{++} intracellulaire intervient dans :
 - * La perméabilité membranaire aux ions.
 - * La libération des médiateurs chimiques dans les relais synaptiques.
 - * La contraction musculaire.

III- Le calcium extracellulaire : 1g

A- Le calcium sanguin : Le taux de calcémie est remarquablement fixe.

- Calcémie = 90 – 105mg/l = 2.5 – 2.63mmol/l.
- Le calcium sanguin est réparti sous 2 formes :

1- Le calcium ultrafiltrable : 60%

- 47% ionisé : c'est la fraction biologiquement active, qui intervient dans l'excitabilité neuro-musculaire, et comme cofacteur dans de nombreuses réactions.
- 13% non ionisé : complexé à des anions

2- Le calcium non ultrafiltrable : 40%

- Lié aux protéines surtout l'albumine. Cette fraction reste dans le compartiment vasculaire et constitue une réserve de 1^{ère} urgence.

NB : Seul les variations du calcium ionisé sont pathologiques.

En cas d'anomalie, la calcémie doit être interprétée en fonction de l'albuminémie.

Une hypo ou hyperprotidémie peut s'accompagner d'une calcémie élevée ou basse, mais sans variations du calcium ionisé.

La calcémie corrigée (mmol/l) = calcémie mesurée (mmol/l) + [(40-albuminémie en g/l) * 0.025]

B- Le calcium des autres liquides extracellulaires :

- Le taux de Ca^{++} dans les espaces interstitiels = 60mg/l.
- Dans les autres liquides extracellulaires : LCR, lymphe : taux < à celui du sang.

LE BILAN CALCIQUE : Normalement équilibré.

I- Les apports : variables, source principale : les produits laitiers.

II- Les besoins : variables, 1g/24h chez l'adulte.

Augmentés dans : la grossesse, allaitement et la croissance.

III- L'absorption intestinale :

- Le taux d'absorption intestinale du Ca^{++} varie de 30 à 50% sous la dépendance du 1, 25 dihydrocholecalciférol D3.
- Elle a lieu dans le duodénum et jéjunum sous forme de calcium ionisé, à la fois de manière active et passive.
- Cette absorption est facilitée par un rapport optimal de Ca^{++} et de phosphore compris entre 1 et 2.

IV- Les pertes :

A- L'élimination fécale : 400 à 500mg/24h. Il s'agit de :

- Calcium alimentaire non absorbé.
- Calcium endogène éliminé avec les sécrétions digestives, non absorbé entièrement.

B- L'excrétion urinaire : 100 – 250 mg/24h

- Tout d'abord ultrafiltration du Ca^{++} diffusible.
- 99% du Ca^{++} filtré sont réabsorbés.
- La réabsorption proximale : 2/3 du Ca^{++} réabsorbé, est iso osmotique et suit celle du Na^+
- La réabsorption distale indépendante de celle du Na^+ , s'effectue par un processus actif.
- en fait, les mécanismes homéostatiques adaptent la calciurie à la quantité de Ca^{++} absorbée.

C- L'élimination sudorale : 50 – 100mg/24h.

HOMEOSTASIE CALCIQUE : REGULATION :

- Illustrée par la calcémie : l'une des constantes biologiques les plus stables.
- Dépend des différents secteurs contenant le Ca^{++} notamment l'os.
- 3 hormones : parathormone, calcitonine, et 1, 25 dihydrocholecalciférol, agissant sur 3 récepteurs : le rein, l'intestin et l'os.

I- La parathormone : PTH.

- hormone polypeptidique hypercalcémiant, sécrétée par les cellules principales des parathyroïdes.

A- Action osseuse :

- Stimulation de la résorption osseuse, par stimulation des ostéoclastes.
- Elle se fixe sur un récepteur membranaire :
 - * Favorise l'entrée de Ca^{++} dans la cellule
 - * Activation de l'Adényl cyclase → formation d'AMP cyclique → inhibition de l'entrée du Ca^{++}

dans la mitochondrie.

- Ces 2 actions → augmentation du Ca^{++} cytoplasmique, et par conséquent hypercalcémie sous l'influence de la résorption ostéoclastique.

B- Action rénale :

- Elle augmente la réabsorption du Ca^{++} au nv du TD mais la calciurie reste élevée en raison de l'action osseuse hypercalcémisante.
- elle diminue la réabsorption du phosphore.

C- Action intestinale :

- Elle stimule une 1α hydroxylase rénale et donc transformation du calcidiol ($25(\text{OH})\text{D}_3$) en calcitriol ($1, 25(\text{OH})_2\text{D}_3$).
- Elle augmente ainsi indirectement l'absorption intestinale du Ca^{++} .

D- Régulation :

- La sécrétion de PTH est corrélée de manière négative avec la [] sérique du calcium ionisé, par le biais de récepteurs membranaires sensibles au Ca^{++} .
- L'hypercalcémie freine la sécrétion de PTH, l'hypocalcémie la stimule.

II- Le calcitriol : ou $1, 25(\text{OH})_2\text{vit D}_3$

- C'est un métabolite actif formé après :

* Transformation du déhydrocholestérol en cholécalférol ($=\text{D}_3$) au nv de la peau grâce aux rayons ultraviolets, il peut être apporté par l'alimentation.

* Transformation de la vit D_3 en $25(\text{OH})\text{vit D}_3 = \text{calcidiol}$ par une 25 hydroxylase hépatique.

* Transformation de 25OH vit D_3 en $1, 25(\text{OH})_2\text{vit D}_3 = \text{calcitriol}$, par une 1α hydroxylase rénale stimulés par la PTH et l'hypocalcémie.

- Le calcitriol a des effets principalement hypercalcémisants en agissant sur :

A- Action intestinale : (principal site d'action)

- Il augmente en fonction des besoins, l'absorption intestinale du Ca^{++} et du phosphore.

B- Action osseuse :

- Stimulation de la résorption osseuse ostéoclastique, néanmoins favorise la minéralisation osseuse (en stimulant la production des ostéoblastes, par l'augmentation de la phosphatémie).

C- Action rénale :

- Elle facilite la réabsorption du calcium par le TD et augmente la tmPO_4 .

D- Régulation de la synthèse du calcitriol :

- La PTH stimule sa production.

- L'hypocalcémie entraîne une augmentation de la production de calcitriol soit directement, soit indirectement en augmentant la PTH.

III- La calcitonine :

- Polypeptide sécrétée par les cellules claires des parafollicules thyroïdiens, il s'agit de la seule hormone hypocalcémisante +++

A- Action sur l'os :

- Elle a une action inverse à celle de la PTH : inhibition de la résorption osseuse ostéoclastique.

- Mécanisme d'action : augmentation de l'AMPc et des phosphates intracellulaires, d'où une baisse du calcium ionisé intracellulaire.

- Et elle transforme les ostéocytes en ostéoblastes, d'où fixation du Ca^{++} sur l'os.

B- Action rénale :

- Diminution de la réabsorption tubulaire du calcium.

C- Régulation de la synthèse et de la sécrétion :

- Lorsque la calcémie augmente, la sécrétion de calcitonine augmente et inversement.

IV- Les autres hormones :

A- Le cortisol :

- Agit à 2 niveaux :
 - * Par catabolisme protéique, il diminue la formation de la trame organique de l'os et induit une ostéoporose.
 - * Par son action anti vit D, inhibe l'absorption intestinale du calcium.

B- Les androgènes et oestrogènes : hypercalcémie

- Action anabolique au nv de l'os → utilisé dans le traitement de l'ostéoporose.
- Entraîne une positivation du bilan calcique.

C- L'hormone de croissance :

- Augmente l'absorption intestinale → augmentation de l'ostéolyse → hypercalciurie.

D- Les hormones thyroïdiennes :

- Augmentent l'activité osseuse avec hypercalciurie.

CONCLUSION :

- L'homéostasie classique peut être agressée dans de nombreuses pathologies, soit dans le sens d'une hypocalcémie, mais surtout de celui d'une hypercalcémie, dont la fréquence a augmenté vu la pratique systématique de la calcémie.
- La connaissance des mécanismes régulateurs est d'un grand apport dans la compréhension de la pathogénie de ces affections, et a également de nombreuses implications thérapeutiques.
- La calcémie peut être maintenue en dépit de graves dommages, causés parfois à l'os ou à d'autres organes. Ce qui montre l'intérêt de la régulation calcique.

*

**