

QUELQUES ASPECTS DE LA REGULATION DU SYSTEME NEUROENDOCRINE  
PRODUISANT LA CHH ET DE LA RELATION ENTRE LE RYTHME CIRCADIEN  
ET LA GLYCEMIE

KALLEN J.

RESUME - La teneur en glucose dans l'hémolymphe de l'écrevisse montre un rythme circadien se traduisant par une augmentation du glucose pendant la nuit. Les résultats d'une étude consacrée à la régulation de ce phénomène montrent que ce rythme est synchronisé par la photopériode, détecté ni par les yeux ni par le photorécepteur caudal, mais par un autre récepteur situé dans le pédoncule oculaire. Le rythme est transmis dans l'organisme par une horloge interne, probablement localisée dans les ganglions optiques, qui peut maintenir indépendamment le rythme durant plusieurs cycles. Les informations entre le milieu externe et interne doivent être transmises aux cellules neuroendocrines produisant l'hormone hyperglycémiant. Notre étude a montré que les injections de sérotonine et dopamine provoquent une hyperglycémie et que l'injection de met-enképhaline réduit la quantité de glucose dans l'hémolymphe de même que l'augmentation de son rythme circadien. Ces neurotransmetteurs ont été localisés par immunocytochimie dans le pédoncule oculaire, en relation avec le système neuroendocrine produisant la CHH.

mots-clés : écrevisse, CHH, rythme circadien, neurotransmetteurs, immunocytochimie

ABSTRACT - In crayfish, the hemolymph glucose level shows an endogenous circadian rhythmicity which is expressed by a nocturnal glucose rise. The results of a study on the regulation of this phenomenon indicate that this rhythm is entrained by the light/dark schedule. These light stimuli are not detected by the compound eyes nor by the caudal photoreceptor but by a receptor located elsewhere in the eyestalk. The endogenous clock modulating this rhythmicity most probably is located within the optic lobes. Informations about the external light/dark situation have to be transmitted to the CHH cell system. This study shows that injections of serotonin and dopamin result in hyperglycemia and that injections of met-enkephalin decrease hemolymph glucose level as well as the nocturnal circadian glucose peak. Using immunocytochemistry, these neurotransmitters have been located in the eyestalk and their relationship with the CHH cell system is described.

key-words : crayfish, CHH, circadian rhythm, neurotransmitters, immunocytochemistry

---

Chez l'écrevisse, le système neuroendocrine produisant l'hormone hyperglycémiant (CHH = Crustacean Hyperglycemic Hormone) est localisé dans le pédoncule oculaire. Ce système est constitué de cellules neurosécrétrices qui font partie de la MTGX (Medulla Terminalis Ganglionic X-organ).

---

Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences,  
Université Catholique, Toernooiveld,  
6525 ED Nimègue, Pays-Bas

L'application de techniques immunocytochimiques nous a permis de localiser les cellules dans la partie latéro-ventrale et la partie distale de la MTGX. La CHH est transportée par un tractus vers la glande du sinus (Van Herp & Van Buggenum, 1979; Gorgels-Kallen & Van Herp, 1981). Une première étude a montré que, dans des conditions photopériodiques constantes (LD 12:12), le système hyperglycémiant a un rythme circadien en relation avec l'activité synthétique des péricaryons, le transport des granules neurosécrétoires vers la glande du sinus et la libération de CHH dans l'hémolymphe. Ces phénomènes se traduisent par une augmentation du glucose dans le sang environ quatre à six heures après le début de la nuit (Gorgels-Kallen & Voorter, 1985).

Le but du travail présenté ici est d'obtenir des informations plus détaillées sur le rôle de la photopériode dans la régulation du rythme hyperglycémiant circadien et sur la localisation du (des) photorécepteur(s) et du (des) oscillateur(s) chez l'écrevisse *Astacus leptodactylus*.

En plus, nous avons étudié la présence dans le pédoncule oculaire et l'effet biologique de substances connues comme étant des neurotransmetteurs/neuromodulateurs, pouvant avoir un rôle dans la transmission des informations du milieu externe et interne vers les cellules à CHH, chez les écrevisses *Astacus leptodactylus* et *Orconectes limosus*.

### Méthodes

Le rythme circadien du taux de glucose dans l'hémolymphe est déterminé sur une période de 24 heures sous les conditions suivantes: 1. une photopériode normale (LD 12:12); 2. l'obscurité continue pour 6, 11 et 35 jours; 3. une phase-shift de 12 heures; l'hémolymphe a été collectée après 6, 12 et 18 jours; 4. les ommatides masqués pour 35 jours; 5. les pédoncules oculaires masqués pour 35 jours; 6. les pédoncules oculaires y compris la zone rostrale du céphalothorax masqués pour 35 jours; 7. la dissection du nerf optique; l'hémolymphe a été collectée après 35 jours.

La présence des amines biogènes et des enképhalines est examinée immunocytochimiquement (méthode du PAP) au niveau de la microscopie photonique en utilisant des antisérums spécifiques contre la sérotonine, la dopamine (les deux antisérums nous sont mis en disponibilité par Dr. H.W.M. Steinbusch, Université Libre d'Amsterdam) et la met-enképhaline (cet antisérum nous est mis en disponibilité par J.H.H.M. van Daal, Laboratoire de Physiologie Animale, Nimègue). Pour étudier leurs effets biologiques sur la glycémie, ces substances ont également été injectées.

### Résultats

Les résultats montrent que le rythme circadien de la teneur en glucose dans l'hémolymphe de l'écrevisse peut persister pendant plusieurs cycles en l'absence de toute photopériodicité (même après 11 jours d'obscurité continue). Pour une durée plus importante (35 jours), l'absence des signaux photoniques induit la disparition du rythme glycémique et provoque une diminution de la glycémie. Le rétablissement d'une phase-shift se traduit par une adaptation très lente du rythme glycémique à la nouvelle photopériode. Même 18 jours après la phase-shift, l'adaptation n'est pas encore complète. L'absence de perception de la lumière par les ommatides ne réduit pas le rythme circadien. Par contre, après masquage des pédoncules oculaires, les mesures montrent une augmentation très faible du glucose pendant la nuit. Le masquage des pédoncules oculaires, y compris le rostre, donne des résultats identiques aux mesures obtenues dans une obscurité continue de 35 jours. La section du nerf optique ne modifie pas le rythme circadien du glucose dans l'hémolymphe.

Par immunocytochimie on peut visualiser la présence de sérotonine, de dopamine et de met-enképhaline dans le pédoncule oculaire. Notamment dans le neuropile de la MTGX, dans la région des ramifications des cellules à CHH, on distingue des axones immunopositives pour les trois substances. Les injections de sérotonine mais aussi de dopamine provoquent des augmentations de teneur en glucose dans le sang. L'injection de met-enképhaline diminue la teneur en glucose dans l'hémolymphe et diminue de plus l'hyperglycémie nocturne.

### Conclusion

Le rythme circadien de la teneur en glucose d'*Astacus leptodactylus* est synchronisé par la photopériode et transmis dans l'organisme par une horloge interne qui peut maintenir, indépendamment du milieu, le rythme pendant plusieurs cycles. Par conséquent ce rythme peut être considéré comme endogène.

La périodicité n'est détectée ni par les yeux ni par le photorécepteur caudal, mais probablement par un autre récepteur situé dans le pédoncule oculaire.

Des sections sélectives au niveau du nerf optique ont montré que cette horloge interne est localisée dans les ganglions optiques.

La présence des axones immunopositives pour la sérotonine, la dopamine et la met-enképhaline et, de plus, leurs effets biologiques sur la glycémie de l'écrevisse, portent à croire que ces substances peuvent être impliquées dans la régulation du rythme circadien neuroendocrine des cellules à CHH et la glycémie.

---

GORGELS-KALLEN J.L., 1985. Appearance and innervation of CHH-producing cells in the eyestalk of the crayfish *Astacus leptodactylus* examined after tracing with Lucifer Yellow, *Cell Tissue Res.*, 240, 385-391.

GORGELS-KALLEN J.L., VAN HERP F., 1981. Localization of Crustacean Hyperglycemic Hormone (CHH) in the X-organ sinus gland complex in the eyestalk of the crayfish, *Astacus leptodactylus* (Nordmann, 1842), *J. Morphol.*, 170, 347-355.

GORGELS-KALLEN J.L., VOORTER C.E.M., 1985. The secretory dynamics of the CHH-producing cell group in the eyestalk of the crayfish, *Astacus leptodactylus*, in the course of the day/night cycle, *Cell Tissue Res.*, 241, 361-366.

VAN HERP F., VAN BUGGENUM H.J.M., 1979. Immunocytochemical localization of hyperglycemic hormone (HG) in the neurosecretory system of the eyestalk of the crayfish *Astacus leptodactylus*, *Experientia*, 35, 1527-1528.