

REAÇÃO DO CORAÇÃO DOS ESCORPIÕES DO GÊNERO *TITYUS* À DESINERVAÇÃO E ÀS DROGAS COLI- E ADRENÉRGICAS

por Paulo Sawaya e Benedicto A. M. Soares

(Dept. Fisiologia Geral e Animal e Dept. Zoologia Sec. Agricultura — Univ. de São Paulo)

Com 1 gráfico

O comportamento singular do coração dos Escorpiões (*Tityus bahiensis* e *T. serrulatus*)*, quando desinervado ou submetido à influência das drogas simpático e parasimpaticomiméticas, é o objeto precípua do presente trabalho.

Desde que CARLSON (1905, p. 152 t. 8, Fig. 23), em continuação às pesquisas de PATTEN e REDENBAUCH (1899, p. 91) sobre a inervação do coração do *Limulus polyphemus*, publicou sugestivo esquema do coração e seus nervos respectivos, hoje reproduzido em quase todos os tratados de Fisiologia, vêm se multiplicando as investigações sobre as relações entre nervos e músculos cardíacos deste Xiphosuro. Porém, antes do advento das discussões sobre as teorias neurogênica e miogênica, já era habitual comparar a estrutura dos Escorpiões com a do *Limulus* com base em considerações de ordem filogenética. Além disso, com o aparecimento da teoria dos mediadores químicos, às pesquisas de CARLSON (1906, 1907) sucederam-se outras em que os nervos cardíacos e o próprio coração do *Limulus* foram submetidos à ação das drogas simpático e parasimpaticomiméticas. Sobre este ponto convém lembrar que, se é geralmente admitida a relação entre a acetilcolina (Ac.) e a condução do influxo nervoso nos Vertebrados, o mesmo não acontece com os Invertebrados. Assim, BACQ (1934, p. 138), BACQ e MAZZA (1935, p. 43), JULIEN (1935, p. 603), PROSSER e PROSSER (1937, p. 112), entre outros, duvidam da existência de tal relação nos Invertebrados. Por outro lado, ainda é, de certo modo, obscura a ação da Ac. no coração e nos vasos pulsáteis destes animais. Em alguns, Anelídeos, Crustáceos, etc., o efeito é o de acelerar o ritmo das pulsações cardíacas (WELSH 1939, p. 231; SAWAYA 1943, p. 284), em outros invertebrados o inverso é o que se dá (PROSSER 1942, p. 161).

Ainda recentemente HAMILTON (1939, p. 91) verificou que a Ac. aumenta a frequência das pulsações cardíacas do Orthoptero *Melanoplus differentialis*. Acrescenta, porém, que as contrações do coração não são perturbadas pela influência da droga sobre os músculos alares. E DAVENPORT (1949, p. 38) estudando outro Orthoptero (*Stenopelmatus*), demonstrou a ação aceleradora sobre o coração e a tetania sistólica transitória que ela provoca quando empregada em altas concentrações.

* *Tityus bahiensis* (PERTY, 1834) e *T. serrulatus* LUTZ e MELLO, 1922,

Embora essa questão dos efeitos da Ac. sobre o coração dos Invertebrados ainda não esteja resolvida, PROSSER (l. c., p. 161) ao analisar a ação da Ac. sobre o coração, particularmente sobre o dos Artrópodes, em que compara os efeitos da droga com a presença de inervação extrínseca e de "pacemakers" ganglionares, concluiu o seguinte: os corações dos Artrópodes superiores e de alguns Anelídeos e Tunicados (acelerados pela Ac.), são neurogênicos; os corações dos Vertebrados adultos, dos Moluscos e provavelmente o da *Daphnia* (inibidos pela Ac.) são miogênicos; os corações dos embriões dos vertebrados, de *Limulus*, e os de *Artemia* e *Eubranchipus* não são afetados pela Ac. e, provavelmente, não são inervados.

PROSSER reafirma este conceito mais recentemente (1946, p. 368) ao tratar da fisiologia do sistema nervoso dos Invertebrados. Por sua vez BACQ (1947, p. 85) assevera que nos "Artrópodes (Crustáceos, Insetos e Aracnomorfos) tudo leva a crer que os nervos não transmitem a excitação por intermédio da Ac.", e FREDERICQ (1947, p. 314), em sua resenha sobre os nervos cárdio-reguladores e mediadores químicos conclui, com relação aos Artrópodes, que os nervos cárdio-aceleradores são talvez colinérgicos.

Como se vê, não poucas são as divergências entre os autores sobre o comportamento do coração e dos nervos cardíacos às drogas coli e adrenergicas. Ainda mais, nos trabalhos acima citados não se encontra referência alguma aos Escorpiões.

Se a pesquisa morfológica, comparativa, dos elementos do coração dos Xiphosuros e dos Arachnida tem sido objeto de perquirição intensa e metódica, o mesmo não se deu com as investigações de ordem fisiológica. Não se trata, é bem de vêr, de reavivar o "Limulus-Problem", do qual VERLUYS e DEMOLL (1922) trataram exaustivamente. Não deixa de ser interessante, porém, abordar a questão sob outro ângulo, qual seja o fisiológico. Em outras palavras, dadas as semelhanças morfológicas entre o vaso cardíaco do *Limulus* e o dos Escorpiões, seria de desejar saber-se se também há correspondências de ordem fisiológica. A questão se resume, portanto, em investigar nos Escorpiões as reações já conhecidas do órgão cardíaco do *Limulus*.

Durante os estudos sobre a morfologia e a fisiologia do coração dos escorpiões do gênero *Tityus*, que se realizaram neste Departamento, tivemos oportunidade de, dispondo de bom material, pesquisar: a) o efeito da secção do nervo cardíaco; b) a influência da acetilcolina e c) a da adrenalina sobre os batimentos cardíacos.

Na presente nota damos os primeiros resultados obtidos que, embora preliminares, apontam correlações fisiológicas entre os corações de ambos os Artrópodes.

Os escorpiões provieram da região de Piracicaba e de Minas Gerais, foram mantidos no terrário alimentados com Artrópodes vivos, especialmente aranhas. Durante a estadia no terrário houve vários casos de reprodução.

A) *Coração desinervado.* Quando se retiram os tergitos do escorpião, cortando-se com cuidado os músculos e os ligamentos que se inserem na sua face profunda, descobre-se logo o coração, que jaz na goteira do fígado.

Sôbre o coração, em quase tôda a extensão rostro-caudal, na linha mediana, divisa-se um filete nervoso, resultante da junção dos dois nervos cardíacos, que POLICE (1900, 1901, 1902 e 1903) chamou de "epicardíacos" e HANSTRÖM (1928, p. 38) de nervos "hemais". A morfologia e a controvertida origem dêsses nervos cardíacos — partes integrantes do sistema estômato-gástrico — serão objeto de outro trabalho. Com o auxílio da lupa e de estiletos de vidro muito finos, é possível, com relativa facilidade, destacar o cordão nervoso em tôda a extensão até o III tergito, onde se bifurca em dois ramos muito delgados. O coração reage e modifica sensivelmente a frequência dos batimentos, à desinervação e à secção do nervo na região média, ao nível do 4. tergito. Logo após o coração cessa de bater, mas poucos minutos depois (5-10) reinicia as pulsações, sem contudo retornar ao ritmo primitivo.

Quanto à desinervação, consideraremos os pontos seguintes :

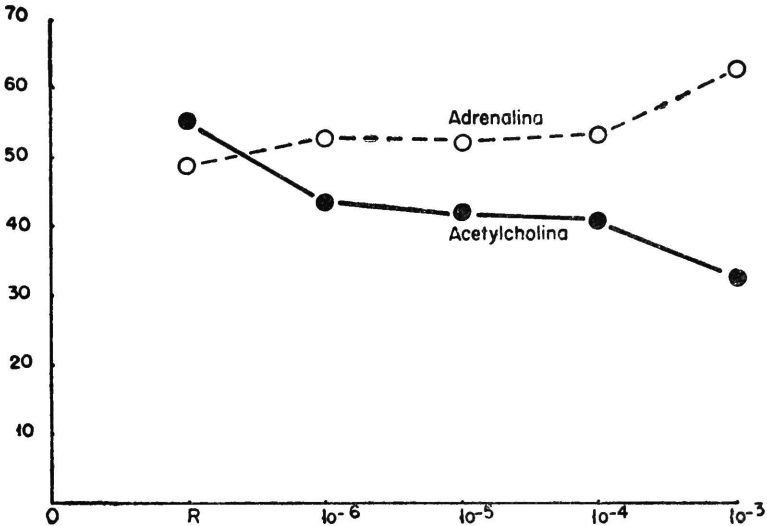
1) *Desinervação total* — O ritmo dos batimentos, por via de regra de 40-60 por minuto, vai diminuindo pouco a pouco até cessar completamente. A recuperação dá-se somente após distensão do músculo cardíaco.

2) *Secção dos nervos na região média* — Há nítidas divergências no comportamento entre as regiões que ficam adiante e atrás do nível da secção nervosa. Ambas as regiões continuam a pulsar com seu ritmo próprio porém, diferentemente. Assim, na região anterior à secção, o número de batimentos passou a ser de 20-30 por minuto, e na posterior de 30-40. Em alguns casos verificou-se o inverso. Comparando-se o coração de nervos epicardíacos íntegros, com o de nervos seccionados, nota-se que a secção ocasiona assincronismo das pulsações nas duas regiões.

B) *Ação da acetilcolina.* As experiências foram feitas com escorpiões jovens, os únicos de que dispunhamos no momento. Descoberto o coração pela dissecação dos tergitos, contavam-se as pulsações. A seguir, o órgão era, ainda in situ, imerso em Ringer para insetos (grs. NaCl 5.5; KCl 0.140; CaCl₂ 0.120; água de fonte filtrada 1000 ml). Fazia-se nova contagem dos batimentos. O Ringer era em seguida substituído pelas soluções de Acetilcolina Roche (1×10^{-6} , 1×10^{-5} , 1×10^{-4} e 1×10^{-3} em Ringer) e anotava-se o número das pulsações. Antes de se aplicar a solução mais concentrada, o órgão era lavado com Ringer. Conforme o gráfico anexo, o número de batimentos foi diminuindo gradativamente à medida que se empregavam soluções mais concentradas de Ac. As pulsações de 60 por minuto, quando banhado o órgão em Ringer, foram decrescendo para 50, 42, 40 e 35 sob a influência, respectivamente de Ac. 1×10^{-6} , 1×10^{-5} , 1×10^{-4} , 1×10^{-3} . A droga e o Ringer, eram aplicados diretamente sôbre a musculatura cardíaca, a circular e a longitudinal. A ocorrência desta última era ainda objeto de controversia; no *Tityus*, porém, foi ela recentemente demonstrada por SOARES (1949, p. 34). Ao se retirarem os tergitos seccionavam-se os ligamentos epicardíacos, os alares e os pteripilos e, conseqüentemente, o seio pericárdico dorsal, e assim, as soluções agiam diretamente sôbre a musculatura. A partir da Ac. 1×10^{-3} o coração cessava de bater.

C) *Ação da adrenalina.* Empregou-se o cloreto de Adrenalina Parke Davis e Co., e usou-se a mesma técnica acima descrita para a Ac. Como

se vê no gráfico mencionado, o coração dos *Tityus* é menos sensível a essa substância. Corações que em Ringer apresentavam 55 pulsações por minuto, pulsavam 58, 59, 60 e 65 vêzes durante êsse mesmo período, sob a ação



Variação das pulsações cardíacas de *Tityus bahiensis* sob a influência da acetilcolina e da adrenalina. Na ordenada: número de batimentos cardíacos por minuto; na abcissa: concentração das soluções das substâncias.

da Adrenalina, respectivamente, a 1×10^{-6} , 1×10^{-5} , 1×10^{-3} , 1×10^{-4} e 1×10^{-4} . Em alguns casos verificamos ser essa substância ineficaz. Como a Ac., a Adrenalina foi também diluída em Ringer para insetos. As soluções de Adrenalina em água destilada não alteraram os resultados e tivemos nestes casos o cuidado de ajustar o pH da solução a 6.5 e 7.0, que é o pH da hemolinfa do *Tityus* (SOARES l. c., p. 43).

COMENTÁRIOS

Os resultados das experiências acima referidas merecem alguns rápidos reparos.

Em comparação com o *Limulus*, HANSTRÖM (1928, p. 38) acha que os chamados nervos epicardíacos dos escorpiões correspondem aos nervos laterais do Xiphosuro. Realmente, segundo a demonstração de HANSTRÖM (l. c.) os nervos epicardíacos dos escorpiões, que o autor denomina de "hemais", têm origem no gânglio torácico, tal como acontece no *Limulus*. Essa origem dos nervos epicardíacos foi confirmada recentemente por SOARES (1949, p. 38) no *Tityus*. Por outro lado, no *Limulus*, os principais troncos nervosos são confinados ao lado dorsal (CARLSON 1906, p. 153), disposição também peculiar aos *Tityus*. Ainda mais, o aspecto tipicamente ganglionar dos

nervos principais do coração do *Limulus* encontra-se também no do *Tityus*. Segundo pudemos observar, quando se trata o coração dêste escorpião com o azul de metileno, tal aspecto ganglionar é evidente, e lembra exatamente o do *Limulus*, como é figurado por HEINBECKER (1936, p. 617, fig. 1).

As semelhanças entre o coração do *Tityus* e o do *Limulus*, não são apenas de ordem morfológica, mas também fisiológica. Primeiramente, em ambos os Artrópodes os nervos cardíacos podem ser completamente separados do coração. Tanto no *Limulus* (HEINBECKER l. c., p. 686) como no *Tityus*, o cordão nervoso pode ser destacado do coração. À secção dos nervos epicardíacos os corações de ambos os Artrópodes comportam-se da mesma maneira : cessação das pulsações e reinício com arritmia.

Tal como acontece com o *Limulus* (GARREY 1930, p. 178) nos *Tityus*, depois da secção dos nervos epicardíacos, cada uma das partes do coração que contém o nervo seccionado pulsa, a princípio com a mesma frequência que a do coração com os nervos íntegros, mas, pouco a pouco, as pulsações tornam-se assíncronas, desencontrando-se as duas fases, i.é, enquanto uma região está em sístole, outra se acha em diástole. A diminuição de intensidade das contrações, notadas nos *Limulus* (GARREY l. c., p. 179), não as registramos nos *Tityus*. O efeito da secção do cordão nervoso no coração do *Tityus*, é o assincronismo entre as pulsações das duas regiões anterior e posterior à secção, tal como acontece com o *Limulus* (DUBUISSON 1931, p. 269).

HEINBECKER demonstrou (l. c., p. 695) que a Ac. (1-500) em água do mar aplicada ao nervo cardíaco do *Limulus* determina uma diminuição da frequência na resposta total, com abaixamento e encurtamento do potencial total. Talvez os resultados que observamos da atuação da Ac. sobre o coração do *Tityus* decorram da presença do nervo.

Segundo as pesquisas de HEINBECKER (1933, p. 105) no *Limulus*, depois de removidos os nervos do coração, se mantida a distensão do m. cardíaco, as pulsações retornavam à normalidade depois de 15 a 30 minutos. Interessante é notar, de acôrdo com as experiências do autor, não ser necessário continuar a distensão, pois dado o impulso inicial o coração não para de pulsar, o que está em desacordo com as conclusões de CARLSON (1907, p. 155). Seccionado o coração em segmentos, cada um dêstes continua a bater.

No coração desganglionado do *Limulus* a contração é lenta. O mesmo acontece com o *Tityus*, o que indica que, como o do *Limulus*, o coração do Escorpião deve ser neurogênico.

O fato de a Ac. influir nos *Tityus* jovens pelo retardamento das pulsações, contrariamente ao que acontece nos *Limulus* adultos, poderá ser levado à conta de incompleto desenvolvimento dos nervos epicardíacos. Poder-se-à admitir talvez que, tal como nos *Limulus* jôvens, o coração nos *Tityus* jôvens ainda é miogênico.

Quanto à Adrenalina, o efeito sobre o coração do *Tityus* não é tão evidente quanto sobre o do *Limulus*. Para êste, segundo CARLSON (1906,

p. 207) a Adrenalina é um poderoso estimulante, ao passo que no *Tityus* a substância apenas eleva ligeiramente o número das pulsações cardíacas.

Agradecemos aos Profs. Drs. F. G. BRIEGER, JOSÉ AMARAL GURGEL e ADIEL ZAMITH a gentileza pelo fornecimento dos escorpiões. Ao Dr. RUBENS SALOMÉ PEREIRA os nossos agradecimentos pela revisão do manuscrito, e ao Sr. JOÃO EUFROSINO pelo auxílio no manuseio do material.

SUMMARY

Reaction of the heart of Scorpions to enervation and to the colli- and adrenergic drugs.

Some experiments have been performed to demonstrate the behaviour of the heart of Scorpions submitted to sympathetic and parasympathetic substances.

It is known that the effect of acetylcholine on invertebrate cardiac muscle has made it doubtful whether or not this drug is concerned with chemical mediation in many invertebrates, as BACQ (1934, p. 138), BACQ and MAZZA (1935, p. 43) PROSSER and PROSSER (1937, p. 112) and others have concluded from their experiments. Reactions of the heart of some invertebrates differ from one to another group of animals. Thus the cardiac muscle of Decapods accelerates its contractions under solutions of acetylcholine (WELSH 1939, p. 231; SAWAYA 1943, p. 284) while other invertebrates show ineffective or negative effect. PROSSER (1946) in his recent review of the subject gives very expressive examples.

Important investigations dealing with the reaction of the cardiac muscle to acetylcholine, adrenaline, etc., have been made on *Limulus polyphemus*. In his paper, Prosser (1942, p. 161) states that the heart of the embryo of this Xiphosura is rather myogenic while that of the adult is neurogenic.

The distribution of this animal is confined to the boreal hemisphere and its organization is usually compared with that of the Scorpions. Specially the circulatory system in both animals has strong similarity. In this paper the results of some preliminary experiments dealing with the physiology of the heart of the very common Brazilian Scorpions (*Tityus bahiensis*) and *T. serrulatus* are presented in comparison with those published by CARLSON (1906, 1907) DUBUISSON (1931), GARREY (1930, 1941) and others on *Limulus*.

The study of the morphology of the *L. polyphemus* confronted with that of the Scorpions has been exhaustively carried on by several authors, chiefly under the point of view of the phylogeny. The so called "Limulus-Problem" (VERLUYS e DEMOLL 1922) is a very good example. On the other hand, some aspects of the physiology of that Xiphosura have been well investigated, but the same does not happen with the Scorpions. To know to what extent the heart of the Scorpion reacts to the enervation and to the influence of the colli and adrenergic drugs, as has been done with the heart of the *L. polyphemus*, is the main reason for undertaking this study.

The heart of the *Tityus* is supplied with the so called epicardiac nerves. POLICE (1900, 1901, 1902, 1903) thinks that these nerves belong to the stomato-gastric system and are originated from the central body. HANSTRÖM (1928, p. 38) does not agree with POLICE and has stated that the cardiac muscle of *Vejovis boreus* is innervated by the "haemal" nerves which are originated from the first thoracic ganglion.

In *Tityus bahiensis* the epicardiac nerves come from that same origin, as SOARES very recently has demonstrated (1949, p. 38). Both nerves are close together and run over the dorsal surface of the cardiac muscle, under the dorsal pericardiac sac. Its structure presents itself very much as that of the cardiac nerves of the *L. polyphemus* (HEINBECKER 1936, p. 687, Fig. 1). The same ganglionated aspect may be seen very clearly when the epicardiac nerves are treated with methylen blue. To expose the heart it has to dissect the tergites and to cut off the dorsal pericardic sac. To the naked eye the heart presents itself with its epicardiac nerves. With very fine glass needles these nerves can easily be extirpated.

The experiments performed on the heart and its exposed epicardiac nerves were the following :

1. *Total enervation* — When both epicardiac nerves have been extirpated the normal heart beats, of 40-60 per minute, falls gradually to the complete stoppage. The heart does not recover without previous distention of the muscle.

2. *Section of the epicardiac nerves on the middle line* (at the level of the 4 th. tergite). Immediately after sectioning both regions of the heart pulse very irregularly. The frequency of the heart beats anterior to the nerve section is 20-30 per minute, and that of the posterior region is 30-40 in the same time. In some cases the reverse has been observed.

3. *Action of acetylcholine (Ac.)*. Only young animals were available for these experiments. The heart of young *Tityus* is affected by Ac. 1×10^{-6} , 1×10^{-5} , 1×10^{-4} , 1×10^{-3} , solution in Ringer for Insects (see p. 327), and reacts by the same way as the heart of the embryo of *L. polyphemus*. The included graphic shows the results obtained : under the influence of Ac. the heart of young *Tityus* decreases the beating. The heart stops when submitted to solution of Ac. stronger than 1×10^{-3} .

4. *Action of adrenaline chlorhydrate*, PARKE DAVIS Co. — The cardiac muscle with its epicardiac nerves is slightly stimulated by adrenaline from 1×10^{-6} to 1×10^{-3} (solution in Ringer for Insects or in distilled water, with pH adjusted to 6,5-7). The increase of the heart beats is not significant (from 58 to 65 beats per minute).

COMMENTS

The heart of the *Tityus bahiensis* reacts similarly to the heart of *Limulus polyphemus*. Enervation of the heart of the Scorpion causes the same trouble on the heart beating as that demonstrated by HEINBECKER (1936, p. 686) on *Limulus*. The effect of sectioning of the epicardiac nerves is the same assynchronism of the contractions of the heart, as DUBUISSON

(1931, p. 269) observed on *Limulus*. After cutting, the heart stops, but 5-10 later the muscle recovers and beats irregularly.

HEINBECKER (1933, p. 105) pointed out that after remotion of the cardiac nerves of *Limulus*, the heart stops, but the distention of the muscle determines recovering of the heart, which pulses slowly. The heart of *Tityus* behaves similarly, and is very sensitive to distention.

The effect of Ac. (strong solutions) on the heart of young *Tityus* is very similar to that on the heart of embryo of *Limulus*. It seems that young *Tityus* has a myogenic heart. Adrenaline stimulates slightly the heart of both young and adult *Tityus*. These results show that there are some differences in the reactions of the hearts of Scorpions and *L. polyphemus*.

BIBLIOGRAFIA

- Bacq, Z. M. 1934** — Recherches sur la Physiologie du système Nerveux Autonome. V. Réactions du ventricle médian etc. Arch. Inst. Physiol. v. 38, n. 2/3, pp. 138-160, Paris, Liège. **1947** — L'acétylcholine et l'adrénaline chez les Invertébrés. Biol. Rev. v. 22, n. 1, pp. 73-91. Cambridge. **Bacq, Z. M. & Mazza, F. P. 1935** — Recherches sur la Physiologie et la Pharmacologie du Système Nerveux Autonome. XVIII Isolement de chloroaurate d'acetylcholine etc. Arch. Inst. Physiol. v. 42, n. 1, pp. 43-60. Paris, Liège. **Carlson, A. J. 1905** — Comparative Physiology of the Invertebrate Heart. Biol. Bull. Woods Hole, v. 8, n. 3, pp. 123-168, 8 t. Woods Hole. Mass. **1906** — On the point of action of Drugs on the Heart with special reference to the heart of *Limulus*. Amer. Jour. Physiology, v. 17, pp. 177-210, Baltimore, Md. **1907** — On the mechanism of the Stimulating action of tension on the Heart. Ibid, v. 18, pp. 149-155. **Davenport, D. 1949** — Studies in the Pharmacology of the Heart of the Orthopteron, *Stenopelmatus*. Physiol. Zool., v. 22, n. 1, pp. 35-44. Chicago, 111. **Dubuisson, M. 1931** — Contributions à l'étude de la physiologie du muscle cardiaque des invertébrés. 7. l'Automatisme et le rôle du plexus nerveux cardiaques de *Limulus polyphemus*. Arch. Intern. Physiol., v. 33, pp. 257-272, Paris, Liège. **Frédéric, H. 1947** — Les nerfs cardio-régulateurs des Invertébrés et la théorie des médiations chimiques. Biol. Rev., v. 22, n. 4, pp. 297-314. Cambridge. **Garrey, W. E. 1930** — The pacemaker of the cardiac ganglion of *Limulus polyphemus*. Amer. Jour. Phys., v. 117, n. 4, pp. 686-700, Baltimore. **Hamilton, H. L. 1919** — Action of Acetylcholine, Atropine, and Nicotine on the heart of the Grasshopper (*Melanoplus differentialis*). Jour. Cell. Comp. Physiol., v. 13, n. 1, pp. 91-103. Philadelphia. Pa. **Hanström, B. 1928** — Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbellosen Tiere. XI+628 pp. Julius Springer ed., Berlin. **Heinbecker, P. 1933** — The heart and median cardiac nerve of *Limulus polyphemus*. Amer. Jour. Physiol., v. 103, n. 1, pp. 104-120. Baltimore, Md. **1936** — The potencial analysis of a pacemaker mechanism in *Limulus polyphemus*. Amer. Jour. Phys., v. 117, n. 4, pp. 686-700, Baltimore. **Julien, A. 1935** — Action de l'atropine et de l'Acétylcholine sur le coeur de l'Huitre et, plus généralement, action de ces deux substances sur le coeur des Mollusques.

- C. R. Soc. Biol. Paris, v. 119, pp. 603-605, Paris. **Patten, W. & Redenbaugh, W. A. 1899** — Studies on *Limulus*. 11. The nervous system of *Limulus polyphemus* with observations upon the general anatomy. *Jour. Morph.*, v. 16, p. 91, ap. **Carlson, A. J. 1905**. **Petrunkewitch, A. 1922** — The circulatory system and segmentation in Arachnida. *Jour. Morph.* v. 36, n. 2, pp. 157-185, t. 1-2, Philadelphia, Pa. **Police, G. 1900** — Ricerche sul sistema nervoso dell'*Euscorpium italicum*. *Atti Acc. Nápoli* (2), v. 10, n. 7, 12 pp. 1 t. Nápoli. **1901** — Sui centri nervosi sotto intestinal dell'*E. italicum*. *Boll. Sco. Nat. Nápoli*, v. 14, p. 24, 1 t. Nápoli. **1902** — Il nervo del cuore nello Scorpione. *Ibid.* v. 15, p. 146. **1903** — Sul sistema nervoso stomatogastrico dello Scorpione. *Arch. Zool. Ital.*, v. 1, n. 2, pp. 179-200, t. 8, Nápoli. **Prosser, C. L. 1942** — On Analysis of the Action of Acetylcholine on Hearts, particularly in Arthropods. *Biol. Bull. Woods Hole*, v. 83, n. 2, pp. 145-164, Woods Hole, Mass. **1946** — The Physiology of Nervous Systems of Invertebrates Animals. *Physiol. Rev.*, v. 26, n. 3, pp. 337-382. **Prosser, C. L. & Prosser, H. B. 1937** — The Action of Acetylcholine and of Inhibitory Nerves upon the Heart of Venus. *Anat. Rec.*, v. 70, n. 1, Supp. n. 1, pp. 112, Philadelphia, Pa. **Sawaya, P. 1943** — Sobre a ocorrência da Acetilcolina no tecido cardíaco de *Callinectes danae* Smith, e seu efeito sobre o coração deste Crustáceo Decápodo, *Bol. Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, Zool.* n. 7, pp. 261-303, 5 t. São Paulo, Brasil. **Soares, B. A. M. 1949** — Sobre o coração, o sistema nervoso estomato-gástrico e a circulação nos Escorpiões do gênero *Tityus* C. L. Koch 1836. Tese de concurso Esc. Nac. Agronomia, 75 pp., 2 t. São Paulo. **Verluys, J. & Demoll, R. 1922** — Das *Limulus*-Problem. Die Verwandtschaftsbeziehungen der Merostomem und Arachnoiden unter sich und mit anderen Arthropoden. *Erg. u. Fortsch. Zool.* v. 5, n. 1/3 pp. 67-388. Jena. **Welsh, J. H. 1939** — Chemical Mediation in Crustaceans. II. The Action of Acetylcholine and Adrenaline on the Isolated Heart of *Palinurus argus*. *Physiol. Zool.* v. 12, n. 3, pp. 231-237, Chicago.

