

# SÓBRE O CORAÇÃO, O SISTEMA NERVOSO ESTÔMATO-GÁSTRICO E A CIRCULAÇÃO CARDÍACA NOS ESCORPIÕES DO GÊNERO *TITYUS* C. L. KOCH, 1836.

por

**Benedicto Abilio Monteiro Soares**

(Dept. Fisiologia Geral e Animal — Univ. S. Paulo

Dept. Zoologia Secret. Agricultura)

## CONTEUDO :

	Pg.
I. Introdução	239
II. Generalidades	240
III. O material e sua proveniência. Técnicas empregadas. Sistemática do material usado	246
IV. Morfologia do coração . . .	248
V. O sistema nervoso estômato-gástrico	251
VI. A circulação cardíaca.	252
VII. Discussão	254
VIII. Resumo	260
a) Morfologia do coração	260
b) O sistema nervoso estômato-gástrico	260
c) A circulação cardíaca . . .	261
IX. Summary	261
X. Bibliografia	263
XI. Estampas	266

## I. INTRODUÇÃO

Acham-se na ordem do dia as questões relativas ao sistema nervoso autônomo dos Invertebrados do ponto de vista de seu comportamento em face das drogas coli — e adrenérgicas. Neste particular ocupam os Escorpiões posição privilegiada, dado o desenvolvimento do seu sistema nervoso estômato-gástrico, que, como é sabido, corresponde fisiologicamente ao sistema nervoso autônomo dos Vertebrados. Acresce ainda ser pouco conhecido o mecanismo da circulação nestes aracnídeos, assunto relevante, que, graças ao material à nossa disposição, foi possível incluir no tema de nossas cogitações.

No presente trabalho pretendemos apresentar os resultados de nossas pesquisas realizadas sobre o coração, o sistema nervoso estômato-gástrico e a circulação nos escorpiões do gênero *TITYUS* C. L. Koch, 1826, os mais comumente encontrados entre nós.

Ao Prof. Dr. PAULO SAWAYA, Diretor do Departamento de Fisiologia Geral e Animal da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, cabe-nos agradecer a benévola acolhida, e bem assim ao Dr. OLIVÉRIO MÁRIO DE OLIVEIRA PINTO, Diretor do Departamento de Zoologia da Secretaria da Agricultura, pelas facilidades que nos concedeu, confiando-nos as ricas coleções relativas ao grupo de nossa predileção.

## II — GENERALIDADES

A morfologia geral do sistema circulatório, e especialmente a estrutura do vaso cardíaco, embora de há muito intensamente estudadas, apresentam pontos controvertidos, que darão margem durante ainda muito tempo, a interessantes pesquisas. Se assim acontece com a morfologia, mais ainda com a fisiologia da circulação, de que apenas alguns autores se ocuparam.

A descrição do órgão cardíaco e do sistema vascular de *Buthus*, apresentada por NEWPORT em 1843 (p. 286) é satisfatória, constituindo, por assim dizer, uma revisão do assunto sob o ponto de vista da anatomia comparada. Nesse estudo NEWPORT corrige vários erros dos autores antigos, como TREVIRANUS e outros. Apesar de sua valiosa contribuição para o conhecimento da anatomia do coração e dos vasos daquele escorpião, ainda várias são as suas deficiências na que se refere à parte descritiva. Decorrem estas falhas principalmente da preocupação que teve o autor de comparar essas estruturas com as suas correspondentes nos Miriápodes e nos Insectos, aos primeiros dos quais dedicou maior atenção. Por outro lado, na época em que NEWPORT publicou o seu trabalho, applicava-se à nomenclatura dos órgãos dos Invertebrados a terminologia usada para os Vertebrados, particularmente os Mamíferos, o que, além de dificultar, de certo modo, a compreensão do trabalho, torna-o obsoleto em vários pontos. Apesar disso, as pesquisas desse autor são fundamentais e suas figuras esquemáticas vêm estampadas nos mais modernos trabalhos sobre o assunto.

As referências à morfologia do coração e dos vasos tornaram-se clássicas, tanto assim que PÉREYASLAWZEWA (1907, p. 168), ao tratar do desenvolvimento do escorpião *Androctonus ornatus*, na parte referente ao aparelho circulatório, diz ter sido o coração descrito de maneira suficientemente completa e, por isso, acha supérfluo abordar esse assunto com pormenores. Devemos notar que a autora se refere à descrição do órgão cardíaco do embrião destes *Chelicerata*, pois, a deduzir da literatura que pudemos consultar, um estudo sistemático e minucioso do órgão no animal adulto ainda não se fez. Realmente, o trabalho da autora, que lemos na tradução francesa publicada em 1907, elaborada por K. KORSKOFF com a colaboração da Sra. ROSSYSKAIA-KOJEWNIKOWA, data de 1902, ano em que foi publicado em russo nas "Memórias dos Diários Zoológicos, Secção dos Amadores da Natureza e Antropologia", vol. 3, n.º 4. Nesse trabalho (p. 168) PÉREYASLAWZEWA diz: "Tudo o que se poderia ajuntar à descrição dos autores, seriam alguns pormenores sobre a estrutura histológica das paredes do coração, nos estádios embrionários mais adiantados."

Segundo a autora (1. c.), a parede do coração é formada de duas camadas distintas : uma, interior, composta de fibras musculares circulares, bastante espessas, estreitamente apertadas umas contra as outras, como as grossas estacas redondas de uma casa de páu a pique ; a outra, externa, formada de fibras musculares longitudinais. Estas últimas são um pouco mais delgadas que as fibras circulares, mas igualmente unidas.

E mais adiante acrescenta que o coração se apresenta sob a forma de um tubo bastante largo, estreitando-se para as extremidades, sobretudo para a extremidade inferior. O tubo é fechado nos dois extremos, a cada um dos quais adere um vaso sanguíneo como continuação natural do coração. Portanto, por ser o coração tão nitidamente fechado nas duas extremidades por septos muito evidentes, não se pode ter dúvida quanto aos seus limites. Esses septos se destroem ou se transformam em válvulas.

Mais completo e, sob vários pontos de vista, mais interessante é o trabalho de GONDZIKIEVITCH (1) (1908) intitulado "Histologia do sistema circulatório nos *Arachnoidea*." Embora nada adiante sobre a inervação própria do coração, assunto que focalizaremos em seus pormenores no presente trabalho, dá-nos, contudo, valiosas informações sobre a estrutura do órgão cardíaco. Não obstante ser referido por vários autores, o trabalho de GONDZIKIEVITCH não tem sido levado na devida consideração, talvez por ter sido publicado em língua russa, pouco acessível à maioria dos pesquisadores. Por se tratar de trabalho que veio a lume em periódico de consulta extremamente difícil, e que serviu de base para as nossas pesquisas, julgamos de bom alvitre sumariar-lhe os pontos fundamentais. Segundo GONDZIKIEVITCH (1908, p. 2), a parede do coração é formada de três camadas superpostas. A camada externa se compõe de fibras longitudinais e em parte das chamadas células pericárdicas. A média é constituída de fibras musculares. A interna — endocárdio — é formada de células endoteliais. As fibras longitudinais da camada externa, com núcleos alongados, não possuem estriação transversal, sendo de natureza conjuntiva e não muscular. Neste ponto diverge de KOVALEWSKY (1892) e de PÉREYASLAWZEWA (1902), que admitem a existência de musculatura longitudinal no coração dos Escorpiões. Entre as fibras conjuntivas da camada externa pode, no entanto, haver fibras musculares lisas que não formam camada, mas estão dispostas dentro da massa fundamental de tecido conjuntivo. As células pericárdicas aderem fortemente às fibras e também se encontram entre elas, possuem um ou mais núcleos e podem anastomosar-se entre si. As que estão afastadas do coração, especialmente, possuem prolongamentos protoplásmicos mais ou menos salientes, de onde saem longas fibrilas. Estas fibrilas se conjugam com as fibras dos ligamentos alares do coração e, em parte, também com as fibras do seu envoltório externo. A musculatura circular é massiça, formada de fibras estriadas transversalmente e situadas umas ao lado das outras. Há duas fileiras de fibras musculares dispostas em arco, em ambos os lados do coração, unindo-se na linha mediana, tanto dorsal como ventralmente. Da disposição encontrada resulta que uma fibra de qualquer lado se une com duas fibras do lado oposto. Estas fibras possuem núcleos que frequentemente contêm nucléolos. Cada feixe de fibras é circundado de todos os lados por sarcolema, podendo haver espaços vazios entre este e as fibrilas. Os sarco-

(1) A bibliografia registra este autor, erroneamente, com o nome de GADZIKIEVICZ.

lemas das fibras musculares, na parte em que estão voltados para o coração, unindo-se, formam uma membrana homogênea, simples — a íntima. O sarcolema também toma parte na estriação transversal externa da fibra. O endocárdio é formado de células endoteliais, alongadas, que constituem delgada membrana. A presença de endotélio no coração dos Escorpiões é ponto de referência importante, particularmente quando se compara a estrutura de tal órgão com a de outros Aracnídeos que não possuem endotélio. Os óstios se apresentam como aberturas protegidas por válvulas bem desenvolvidas. As válvulas são prolongamentos da camada de fibras musculares. Apesar de desenvolvidas, não delimitam câmaras, como se supôs outrora. Esta descrição contém, em essência, os resultados das observações de GONDZIKIEVITCH.

Além desses trabalhos, a escola russa contribuiu com outros para o estudo do sistema circulatório dos Escorpiões. Referimo-nos às publicações de PETRUNKEVITCH (1922, p. 157), que, ao estudar o sistema circulatório e a segmentação nos Aracnídeos, se refere ligeiramente à estrutura do órgão cardíaco. As ilustrações que o autor apresenta do sistema cárdio-vascular (1. c., fig. B do texto e estampa I, fig. 1) do embrião de *Centrurus insulanus*, embora esquemáticas, são bastante elucidativas, o que permite boa compreensão do arranjo vascular e de alguns pormenores da anatomia do órgão.

Temos a citar, ainda da escola russa, o trabalho de PAVLOWSKY (1924, p. 628), que resume a anatomia do coração e dos vasos. Assinala a presença de fibras longitudinais sem qualquer traço de estriação transversa. A textura do coração é representada pelo tecido conjuntivo do peri-e do endomísio disposto em diversas camadas do lado da cavidade do órgão. Assim, a íntima do coração representa somente o perimísio que reveste as fibras da túnica muscular, e está conjugada com o endomísio que passa para o tecido conjuntivo que envolve as fibras longitudinais externas do coração. Outros pormenores adianta ainda PAVLOWSKY, e a eles volveremos na discussão do presente trabalho.

Ainda sobre a morfologia do sistema vascular vale a pena mencionar os dados de DU BUISSON (1925, p. 673) referentes ao sistema de ligamentos do coração de *Buthus*. Segundo o autor, os ligamentos hipocárdicos, os mais importantes, partem da parede ventro-lateral do coração e vêm terminar nas traves conjuntivas da lacuna sanguínea que recobre dorsalmente o pulmão. Ao discutir o trabalho de LANKESTER (1885, p. 374) sobre a existência de espaços sanguíneos entre as fibras destes ligamentos, espaços sanguíneos que permitiriam a volta do sangue da lacuna pulmonar para a cavidade pericárdica, DU BUISSON verifica a ausência de tais espaços, o que aliás, mais tarde (segundo o autor) foi também confirmado pelo próprio LANKESTER.

Relativamente à inervação, os autores até agora referidos quase nada adiantam, com exceção de PAVLOWSKY (1924, p. 628) que apenas alude às pesquisas de POLICE (1900, 1901, 1902, 1903). Foi este autor um dos primeiros a chamar a atenção em suas pesquisas em *Euscorpíus italicus* para o denominado sistema nervoso estômato-gástrico. Este sistema é constituído de um par de nervos cardíacos, um par de nervos laterais e um par de nervos intestinais (nomenclatura de POLICE). O par de nervos cardíacos, que nos

interessa de modo especial (p. 184), origina-se do cérebro (1) na porção em que este adere ao esôfago. Os dois nervos cardíacos logo abandonam este órgão e percorrem as paredes laterais inferiores do vaso dorsal. A medida que se dirigem para a parte caudal do vaso dorsal, encurvam-se para a parte superior deste, avizinhando-se um do outro. Ao se aproximarem tornam-se mais finos, fundem-se em um único nervo, o chamado nervo epicardíaco. Este percorre o vaso dorsal na linha mediana em direção caudal, adelgçando-se cada vez mais à medida que se avança para a parte caudal. POLICE compara o nervo epicardíaco com o de idêntico nome encontrado nos Onicóforos e Miriápodes.

As afirmações deste autor são em parte contestadas por outros, especialmente por GOTTLIEB (1926, pp. 231-233) que, ao estudar *Euscorpium carpaticus*, apenas pôde estabelecer a existência de dois pares de nervos estômato-gástricos, isto é, um que corresponde aos nervos laterais e outro aos nervos intestinais, segundo a nomenclatura de POLICE. Não foi possível à autora encontrar as relações dos nervos cardíacos com o corpo central cerebral. Ainda os trabalhos de POLICE receberam severa crítica por parte de HANSTRÖM (1919), que acha não possuírem os nervos mencionados relação alguma com o corpo central, devendo, porém, provir do gânglio queliceral. A suposição de HANSTRÖM, de que os nervos laterais nada têm a ver com o corpo central, é adotada por GOTTLIEB (1926). De suas inúmeras observações conclui a autora que, em todo o caso, esses nervos não saem do corpo central. Além disso, GOTTLIEB (p. 232) não encontrou os chamados *nervos cardíacos* de POLICE. À vista dessas observações, HANSTRÖM (1928, p. 381) pesquisou o sistema nervoso estômato-gástrico de *Vejovis boreus*, tendo verificado que, entre o corpo central e esse sistema não há relação alguma. O estomodeu, diz o autor (1. c.), atrás do cérebro é suprido por dois nervos estomodeais (nervos intestinais de POLICE), que se estendem primeiro por cima do estomodeu e depois para os lados. Estes nervos têm suas raízes, segundo as informações dos que se ocuparam do assunto, no gânglio queliceral. Dele, porém, saem também, mais lateralmente, os nervos laterais, que inervam pelo menos os divertículos anteriores do intestino médio. Os nervos cardíacos de POLICE não existem também em *Vejovis*; ramos dorsais da cadeia nervosa ventral (os nervos hemais) suprem o coração. Realmente, em seu estudo sobre o sistema nervoso central dos Aracnídeos, HANSTRÖM (1923, pp. 260 e 261, fig. 3), descreve e figura os nervos hemais que têm origem no primeiro gânglio abdominal, e, mais tarde (1928, pp. 381 e 382), aduz sobre este ponto o seguinte: "esta inervação concorda com o que acontece em *Limulus*. As anastomoses laterais destes nervos cardíacos representam seguramente os "nervos cardíacos" de POLICE; sua ligação com o sistema nervoso central foi, porém, descrita por este autor, de modo imperfeito." Os nervos cardíacos, portanto, conclui HANSTRÖM, correspondem aos nervos alongados laterais do coração de *Limulus*. Aliás, é hábito frequente entre os diversos autores comparar a estrutura dos Escorpiões com a de *Limulus*. A razão disto se encontra nas relações filogenéticas que se admitem existir entre estes animais e também na semelhança na disposição de órgãos internos.

(1) Mantivemos neste sumário a terminologia do autor.

Ainda sôbre a morfologia do sistema cárdio-vascular dos Escorpiões é de mencionar-se a resenha feita por WERNER (1934, p. 115), que compila vários dados da bibliografia até essa data.

Seja igualmente assinalado o resumo elaborado por DAIBER (1921) sôbre a morfologia dos *Arachnoidea*. A autora se refere aí à estrutura do coração (p. 307) e ao sistema simpático (p. 293) dos Escorpiões. Apesar de tratar muito resumidamente do assunto, cita, no final, interessante literatura relativa à morfologia do grupo (pp. 338-350).

Finalmente, devemos lembrar ainda o recente trabalho de TEMBE & AWATI (1942, p. 70 e seg.) que descrevem a morfologia do aparelho circulatório de *Buthus tamulus*. Ao tratarem das chamadas "alae cordis" (p. 72) indicam-nas como sendo musculos que interferem nos batimentos cardíacos.

Nos trabalhos acima sumariados, com excepção do de NEWPORT (1. c. p. 297) e do de DU BUISSON (1. c., p. 676) é praticamente ausente qualquer informação sôbre a circulação. Sôbre esta NEWPORT diz, em resumo, o seguinte: "O sangue recebido das brânquias pelas veias é conduzido para o coração ao redor dos lados dos segmentos, avolumando-se com o de outros vasos que provêm dos segmentos no seu curso. Esse sangue entra no coração pela parte posterior de cada câmara através do orifício de STRAUS, localizado na superfície dorsal. A cavidade aurículo-ventricular dilatada pelo afluxo do sangue começa primeiramente a contrair-se pela ação das fibras circulares, na parte posterior de cada câmara. Por esta contração, parte do sangue é impelida lateralmente através do sistema de artérias para o interior e para a periferia do corpo, enquanto que o restante, que é a porção principal, é impulsionado para a frente através das válvulas e do corpo da câmara. Por sucessivas contrações das fibras circulares de uma câmara o sangue entra na câmara seguinte. Um fluxo de sangue entra no coração pelos orifícios auriculares num curto intervalo de tempo que medeia entre a ação contráctil de duas câmaras, intervalo esse provávelmente ocasionado pela reação dos apêndices musculares laterais do órgão. Estas contrações começam na câmara principal do sexto segmento abdominal, são levadas gradualmente para diante através dos segmentos sucessivos, de tal modo que, quando a terceira câmara se contrai, a primeira estará outra vez cheia e pronta para esvaziar-se, ocasionando assim, por seus movimentos alternados, as pulsações que se observam em todos os corações formados de séries longitudinais de câmaras e válvulas, movimentos que são (p. 298) tão bem conhecidos nos Insetos. Impulsionado por estas contrações sucessivas através da aorta, distribui-se o sangue a partir da cabeça, ao tórax e aos órgãos de locomoção. Parte dele também é mandada em torno dos arcos aórticos, através da artéria supra-espinal, em direção posterior, para o abdômen, nutrindo a corda, enquanto que outra porção, misturada com a coligida nos vasos portais, é enviada às brânquias."

Depois desse trabalho, sômente nos foi dado ler o de DU BUISSON (1. c., p. 676), que pesquisou a circulação sanguínea em *Buthus*, tratando também da respiração. O autor correlaciona o movimento do sangue com os movimentos respiratórios.

No seu estudo, DU BUISSON se apoia em BLANCHARD (1852), cujo trabalho nos foi inacessível, e no artigo de WILLEM (1917, p. 226) sôbre a circulação nas Aranhas. Segundo este último autor, a sístole cardíaca determina

queda de pressão na cavidade pericárdica, nas veias pneumocárdicas e nas lacunas que cobrem cada pulmão, dando como resultado uma aspiração do sangue nessas regiões. Consequentemente, há alargamento das fendas aéreas que separam as lamelas pulmonares. Os períodos de sístole e diástole cardíacas atuam, assim, sobre o conjunto das lamelas, e o ar interposto entre elas é alternativamente comprimido e descomprimido, promovendo assim a ventilação dos espaços aéreos interlamelares.

Estudando *Buthus*, DU BUISSON (1. c.) observou que o coração, como o de *Limulus* e o das Aranhas, se contrai inteiramente com 60 pulsações por minuto. Verificou que, colocando-se sobre um dos óstios uma gotícula de soro fisiológico colorido pelo carmim, vê-se que o líquido é aspirado no momento da diástole. Com o emprego do carmim, pôde constatar que a maior parte do conteúdo do coração era impelida para a parte cefálica e somente um terço do sangue era dirigido para a metade posterior do pré-abdômen e para o pós-abdômen. Notou ainda mais que, praticando-se no tegumento um orifício que atinja justamente uma veia pneumocárdica, a quarta, por exemplo, não havia hemorragia, o sangue da veia deprimindo-se sob o orifício e formando um menisco côncavo. Colocando uma gotícula de água no orifício, esta penetrava na veia pouco a pouco, num movimento cujo ritmo era análogo ao do coração. Isto concorda com o que WILLEM observou para as Aranhas.

A verificação desta "pressão negativa" nas veias pneumocárdicas mostra, na opinião de DU BUISSON, a inexatidão da concepção de BLANCHARD.

Finalmente, VON BRÜCKE (1925, p. 931) no Hand. d. Physiologie de H. WINTERSTEIN, sumaria a circulação nos Escorpiões, baseando-se quase exclusivamente nas pesquisas de NEWPORT. Transcreve as seguintes observações de BLANCHARD (1852) que nos parecem interessantes: Em *Scorpio occitanus* todas as oito câmaras se contraem ao mesmo tempo, as seis câmaras anteriores esvaziando o sangue na aorta cefálica, enquanto que as duas últimas posteriores, ao contrário, fazem-no na artéria caudal. Estas observações de BLANCHARD decorrem de experiências realizadas com líquidos corados, injetados no coração. Ainda mais, nas pulsações do coração têm influência os músculos extensores e flexores dos apêndices torácicos, os quais desempenham, de certo modo, o papel de válvulas, permitindo o afluxo do sangue dos seios venosos dos apêndices para o grande seio ventral, e impedindo ao mesmo tempo a passagem em direção contrária. Através dos sete pares de vasos pneumocárdicos, relativamente longos, volta do pulmão o sangue arterializado, em parte pela sucção que se dá por influência da musculatura respiratória.

Como se vê, acham-se abertos à discussão vários pontos referentes à estrutura do órgão cardíaco, contando-se no número deles os que se relacionam com a inervação. Há autores (KOVALEWSKY, PÉREYASLAWZEWA) que admitem uma camada de fibras musculares longitudinais exterior à camada muscular circular do coração, enquanto que outros negam a existência dessa camada de fibras musculares longitudinais (GONDIKIEVITCH). Para POLICE o coração é suprido pelo nervo epicárdico, o que é contestado por GOTTLIEB e HANSTRÖM. Para aquele primeiro autor o nervo epicárdico tem origem no corpo central, ao passo que para estes dois últimos pesquisadores não há tal relação nervosa. A própria existência de um nervo

epicardiaco é também posta em dúvida. Além disso, as noções sôbre a circulação ainda são relativamente imperfeitas, exigindo uma acurada revisão.

Entre esses pontos obscuros, os que tentaremos, pois, abordar no presente trabalho são os seguintes :

- a) morfologia do coração ;
- b) o sistema nervoso estômato-gástrico ;
- c) a circulação.

### III.

#### MATERIAL E SUA PROVENIENCIA. TECNICAS EMPREGADAS. SISTEMATICA DO MATERIAL USADO.

O material utilizado nos nossos estudos foi constituído de Escorpiões das espécies *Tityus bahiensis* (PERTY, 1834) e *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Fam. *Buthidæ*), aquela predominante no Estado de São Paulo e a última no Estado de Minas Gerais. A maioria dos *Tityus bahiensis* proveio da cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, donde recebemos cerca de 300 exemplares adultos. De Minas Gerais tivemos em mãos 50 espécimes de *Tityus serrulatus*.

Para as preparações histológicas foram utilizados Escorpiões recentemente nascidos no laboratório ou, em alguns casos, após sofrerem a primeira muda, que se dá ainda quando os escorpiõesinhos se acham no dorso da fêmea. Para o estudo macro — e microscópico do coração empregamos animais adultos, tendo sido feitas preparações totais do órgão, com prévia fixação em formol e coloração pelo paracarmim.

Devido à extrema raridade dos Escorpiões machos, quase só fêmeas foram usadas nos nossos estudos.

No laboratório conservaram-se os Escorpiões em recipientes com terra no fundo e alguns cacos de telha e de tijolo e pedaços de madeira, mantendo-se o ambiente com certo teor de humidade. Como alimento recebiam, de vez em quando, aranhas da espécie *Lycosa erythrognatha* LUCAS, que eram àvidamente comidas. Baratas só eram aceitas como alimento em casos de prolongado jejum. Aliás, havendo certa humidade no terrário, os animais se conservaram aparentemente bem em jejum, durando alguns meses, dois a três. Não se observou canibalismo entre as formas adultas, mas os recém-nascidos eram logo devorados, especialmente quando os Escorpiões estavam sem alimento. As mães devoravam os próprios filhotes, sempre que não se achavam suficientemente fartas. Tentou-se a criação em cativeiro, mas os filhotes morriam sempre, sem se alimentarem, após sofrerem a primeira muda.

Inúmeras experiências foram realizadas com material vivo. O vaso dorsal era exposto pelo processo que descreveremos adiante, cortando-se o telson, como precaução contra a picada. Outras vezes, desejando conservar o telson para evitar a sangria, em vez de seccionar o agulhão, introduzimos quase todo o pós-abdómen num tubo de borracha de pequeno diâmetro, com o que se conseguia imobilidade dessa parte do corpo. Para imobilização do animal, fixava-se o tubo de borracha bem como cada um dos palpos numa caixa de PETRI com fundo de parafina, com o auxílio de alfinetes.

Exposto o tubo cardíaco, para estudos de fisiologia, o órgão era banhado em Ringer para Insectos, segundo a fórmula : cloreto de sódio 5,5 ; cloreto de potássio 0,140 ; cloreto de cálcio 0,120 grs. ; agua de fonte filtrada 1 litro.

Para estudo histológico usaram-se os fixadores BOUIN acético, a mistura SUSA, o formol neutro e o líquido de ZENKER.

As inclusões foram feitas em parafina, com passagem pelo óleo de cravo ou pelo creosoto, ou segundo o método de PETERFI. As secções, de 10-15 micra, coradas com hematoxilina-eosina e hematoxilina férrica, deram resultados satisfatórios. Empregamos também o método de BIELSCHOWSKY, de impregnação pela prata amoniaca (COSTA e CHAVES, 1926 p. 163).

Grande parte das observações, especialmente no estudo do sistema nervoso, foi feita com o auxílio do método de coloração vital pelo azul de metileno, de acordo com a seguinte técnica : aberto o animal, mergulhava-se o coração, *in situ* ou isolado, numa solução de azul de metileno fornecido especialmente pela firma GEORGE T. GURR de Londres. Com um pequeno motor dos utilizados comumente para arejamento de aquários, provocavamos a introdução de ar na preparação durante 15 a 30 minutos. Geralmente, após esse tempo, os nervos se achavam bem visíveis, impregnados pelo corante. A preparação era, então, examinada à lupa GREENOUGH, com o auxílio da qual também se faziam as micro-dissecções. As tentativas de fixar tais preparações de azul de metileno com o auxílio do molibdato de amônio, para torná-las permanentes, lograram êxito apenas relativo.

A determinação do material foi feita por nós, habituados que estamos a identificar os Escorpiões recebidos pela secção do Departamento de Zoologia em que trabalhamos. Ademais, tratando-se das duas formas mais comuns, uma predominando no Estado de São Paulo, e outra no Estado de Minas Gerais, nunca houve dificuldade no seu reconhecimento.

Admite-se atualmente a existência de duas subespécies de *Tityus bahiensis* (PERTY, 1834), *Tityus bahiensis bahiensis* (PERTY, 1834) e *Tityus bahiensis uniformis* MELLO-LEITÃO, 1931, de que *Tityus bahiensis immaculatus* PIZA, 1932, é sinônimo, tal como se vê na monografia mais recente dos Escorpiões sul-americanos, da autoria do Prof. MELLO-LEITÃO (1945, pp. 378 e 381).

No entanto, visto ocorrerem frequentemente na mesma localidade, e nas mesmíssimas condições de vida, *Tityus bahiensis uniformis* não passa de mera variedade, donde, por força do moderno conceito de subespécie e das regras que presidem ao uso da nomenclatura trinominal, *Tityus bahiensis uniformis* deverá ser considerado, igualmente, sinônimo de *Tityus bahiensis*.

*Tityus serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922, também possui duas subespécies, *Tityus serrulatus serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922, e *Tityus serrulatus vellardi* MELLO-LEITÃO, 1939\* (MELLO-LEITÃO, 1945, l. c., pp. 393 e 396). Quanto ao valor desta última forma como subespécie, nada podemos dizer por ora ; o assunto requer estudo mais minucioso, à luz de séries grandes de exemplares, levando-se em conta a sua distribuição geográfica.

Os nomes das formas exóticas de Escorpiões são citados neste trabalho com a mesma nomenclatura usada pelos autores que delas trataram.

Chamado *Tityus stigmurus* Thorell por VELLARD (1932. p. 553).

## IV MORFOLOGIA DO CORAÇÃO (Est. I, Fig. 1-2)

Quando se retiram os tergitos do Escorpião, tendo o cuidado de raspar a superfície interna, divisa-se logo o vaso cardíaco alongado, que se estende do primeiro ao sétimo tergito (Fig. 1). O tubo cardíaco não é uniforme no seu diâmetro, mas apresenta uma série de estreitamentos (sete) que correspondem aos espaços intertergitaes. Nesses estreitamentos se interpõem os lobos do fígado que ladeiam o coração em toda a sua extensão rostrocaudal.

São bem interessantes as relações que o fígado mantém com o vaso cardíaco, e que passaremos a resumir. Como se sabe, o fígado dos Escorpiões é um órgão de aspeto massiço, de cor pardacenta. Examinando à lupa, distinguem-se nele os lobos glandulares, com aspeto de cacho. Na superfície dorsal, o fígado apresenta uma goteira que se alonga em toda a extensão do primeiro ao sétimo tergito. No fundo da goteira notam-se os orifícios que dão passagem às artérias hepáticas oriundas da face ventral do coração. Os bordos da goteira são franjados, apresentando uma série de sete lobos que se intrometem nas reentrâncias do coração. Os espaços interlobares são ocupados pelas saliências laterais do tubo cardíaco, nas quais são bem visíveis, na superfície dorsal, os óstios (Fig. 1, o). Quando se retira o coração, evidencia-se a goteira, que corresponde exatamente à imagem negativa do tubo cardíaco. Para a retirada dos tergitos é sempre necessário seccionar os músculos dorso-ventrais, do que resulta aparecerem as extremidades dorsais destes músculos nos bordos da goteira. Ao exame vê-se que o coração é provido de sete pares de óstios (Fig. 2, o). A disposição destas formações em *Tityus* não corresponde àquelas mencionadas por NEWPORT (1843, p. 286, estampas 14 e 15, figs. 27 e 33. h), por PAVLOWSKY (apud WERNER 1934, p. 109, fig. 77 c) e por WERNER (1. c., p. 116, fig. 85), pois o nosso material examinado vivo ou fixado em formol, sempre mostrava os óstios dispostos na face dorsal, alternados à direita e à esquerda. Na fig. 2, obtida de uma preparação total do coração, vê-se muito bem que os óstios têm uma abertura de forma triangular, de vertice medial e de base lateral, correspondendo às reentrâncias laterais do tubo cardíaco, no ponto onde se inserem os pteripilos. O vértice do triângulo ostial é dirigido para a linha mediana, achando-se o primeiro óstio ao lado esquerdo e ao nível da intersecção do primeiro com o segundo tergito. Os óstios são todos aproximadamente do mesmo tamanho, com exceção dos dois pares posteriores, que são menores, sendo o último par o menor de todos (Fig. 2). Os óstios maiores medem 100-150 micra de comprimento e 30 micra de base. O último par mede cerca de 70 micra de comprimento por 15 de base. No escorpião recém-nascido (Fig. 2) o aspeto não é diferente do adulto, em que o coração mede em média 15 mm. de comprimento por 2-3 mm. de largura.

O coração é recoberto pelo chamado saco pericárdico, que o envolve em toda a sua extensão rostro-caudal. Numa vista transversal, porém, nota-se que o pericárdio não envolve o coração como um círculo que circundasse um outro concêntrico, mas forma na parte dorsal, logo acima do nervo epicárdico, o chamado seio pericárdico dorsal. Lateral e ventralmente ficam os outros seios: laterais e ventral. Desta maneira, o saco pericárdico se assemelha mais a uma goteira que abraça o coração, deixando livre a face dorsal cardíaca, na qual jazem os nervos epicárdicos e o seio pericárdico

dorsal. Não obstante, em virtude da presença dos ligamentos numerosos que atravessam o pericárdio, e que tomam inserção nas paredes do tubo cardíaco e nos órgãos circunjacentes, o coração permanece praticamente dentro duma atmosfera formada pelo espaço pericárdico que nos cortes se encontra comumente cheio de sangue. Na cavidade pericárdica e aderentes ao coração se encontram numerosas células grandes e redondas (Fig. 3, b) que medem 15 micra de diâmetro, de protoplasma vacuolar e granuloso, de núcleo excêntrico, redondo e basófilo, medindo 7 micra de diâmetro. São as chamadas células pericárdicas, que ocorrem não só nos Escorpiões, como também nos Insetos. No protoplasma de tais células frequentemente se encontram corpúsculos escuros (preparações com hematoxilina férrica), de contorno irregular, parecendo substância estranha ao citoplasma e aparentemente indicativa da natureza fagocitária destes elementos, conforme já foi assinalado por KOVALEWSKY (1892, p. 224). Entre essas células pericárdicas aparecem abundantes corpúsculos sanguíneos (Fig. 3, s). Não raro estas células se acham providas de prolongamentos que se estendem, às vezes, de uma a outras células, anastomosando-se (Fig. 3).

Os ligamentos cardíacos já referidos são os que a seguir descrevemos :

1) Na face dorsal do coração tomam inserção dois ligamentos epicardiâcos, um de cada lado do seio epicardiaco dorsal. Pelas suas extremidades esses ligamentos se inserem na parede dorsal do tubo cardíaco e na face profunda tergital. Vistos em secção transversal, os dois ligamentos abraçam o seio epicardiaco dorsal.

2) Lateralmente se encontram os ligamentos alares, que tomam inserção na face dorsal cardíaca, atravessam o espaço pericárdico e o pericárdio e vão inserir-se nas pleuras. Nesse percurso, esses ligamentos ficam adjacentes aos músculos dorso-ventrais.

3) Na face ventral do tubo cardíaco prendem-se os ligamentos mais fortes do coração, denominados ligamentos hipocárdicos, que se vão inserir ventro-lateralmente no tecido das coberturas pulmonares.

4) Distinguem-se ainda no coração os ligamentos dorso-laterais, chamados comumente pteripilos, que tomam inserção na face dorso-lateral do tubo cardíaco, no espaço compreendido entre os ligamentos epicardiâcos e os ligamentos alares. Daí os pteripilos (Fig. 2, p) se dirigem para cima e para fora, contornam o músculo dorso-ventral e se inserem na face profunda do tergito respectivo.

Como se sabe, esses ligamentos todos mantêm o coração *in situ*, não concorrendo para a dilatação do tubo cardíaco durante as suas pulsações. São formações de natureza conjuntiva, não interferindo, portanto, ativamente nas contrações do coração.

O tubo cardíaco é provido de forte musculatura circular rica em estriação transversal (Figs. 3, 4, 5, m), o que impressiona logo que se examinam as preparações respectivas. As fibras aparecem nos cortes sagitais e horizontais constituídas de conjuntos massivos com a forma de paralelepípedos (Fig. 5, m) ; os núcleos são grandes (Fig. 5, n), ovoidais, dispostos no meio das fibras, providos de cromatina granulosa. O citoplasma da fibra é fortemente granuloso e contém inúmeros vacúolos (Fig. 5, v), muitos dos quais, a nosso ver, decorrem do processo de fixação. As células musculares medem

50 micra de altura e 30 micra de largura ; o núcleo mede 8 micra no seu maior diâmetro. Nas preparações com a hematoxilina férrica as miofibrilas cardíacas aparecem guarnecidas de bellissima estriação e jazem imersas na massa protoplásmica abundantemente granulosa. O sarcolema (Fig. 5, q) das fibras nessas preparações é bastante evidente, mostrando uma estriação bem significativa na periferia. Um caráter muito interessante destas fibrilas vem a ser a presença de espaços vazios numerosos entre as miofibrilas circundadas pelo sarcolema.

Vistas em cortes transversais, as fibras musculares cardíacas são nitidamente distintas, formando no conjunto dois arcos (Fig. 3, a, a') que se unem tanto dorsal como ventralmente. Na face dorsal a junção é mais evidente. A união dos arcos musculares na face ventral é menos acentuada, mas assim mesmo bastante perceptível. Nessas preparações, as miofibrilas aparecem compactas, formando um conjunto massiço com a sua estriação extraordinariamente saliente, e sendo muito raros os vacúolos que se notam nos cortes sagitais ou horizontais. Cumpre notar que em certos pontos as miofibrilas se entrelaçam formando um retículo (Fig. 3, r), em certos lugares de aspeto ogival. O sarcolema (Fig. 3, q) na superfície interna da fibra aparece mais denso nos cortes transversais ; a ele está aderida inteiramente a íntima, a qual, ao nosso ver, representa o que se chama endomísio. Externamente à camada de fibras musculares circulares se encontram os feixes de fibras longitudinais (Figs. 5, 3, e) evidenciados pelos núcleos numerosos, fusiformes, medindo 6-7 micra em seu maior diâmetro, de cromatina condensada. Conforme se verá na discussão, a natureza destas fibras é ainda controvertida e por isso o seu exame requereu de nossa parte grande cuidado. São elas muito evidentes tanto nos cortes transversais como nos horizontais e sagitais ; especialmente nas preparações coradas com hematoxilina férrica, distinguem-se nítidamente as fibras musculares das conjuntivas pela sua estriação. A proporção entre umas e outras, porém, não é a mesma em toda a extensão do coração. Predominam em geral as fibras conjuntivas na região anterior e as musculares na região posterior. KOVALEWSKY (1) (1893 apud GONZIKIEVITCH 1908, p. 3) nega a existência de fibrilas musculares longitudinais no coração. Por seu lado, PÉREYASLAWZEWA (1907, p. 168) indica a existência de uma camada de fibras longitudinais exteriores à camada circular. Ao contrário, GONZIKIEVITCH (p. 3) diz que essa camada de fibras adjacente à camada circular é de natureza conjuntiva, mas que entre essas fibras há outras que se podem considerar como fibras musculares lisas. Adianta mais que nas preparações com hematoxilina férrica estas últimas sobressaem nítidamente entre as fibras conjuntivas circunjaçentes. No nosso material as fibras musculares são muito mais evidentes, especialmente na região do coração ao nível do sexto e sétimo tergito. Aliás, a presença de fibras musculares longitudinais é comum no coração das aranhas (FRANZ 1903, p. 203).

Quando se examina o coração nos cortes longitudinais ou transversais, verifica-se que ele é provido de válvulas (Figs. 4, 6, vl) que afloram na cavidade cardíaca às vezes em tal extensão que chegam a tocar a parede do lado oposto. Estas válvulas são formadas quase exclusivamente pelas fibras

---

(1) GONZIKIEVITCH se refere ao trabalho de KOVALEWSKY, de 1892, por nós compulsado e citado na bibliografia (p. 69), como tendo sido publicado em 1893.

circulares. Elas guarnecem os óstios cardíacos (Fig. 4, o), cuja abertura está sempre relacionada com as fibras do pteripilo (Fig. 2, p). Na formação da válvula a fibra muscular circular acompanhada da íntima dobra-se em ângulo reto, penetrando na cavidade cardíaca com os dois lábios paralelos. Na extremidade livre da válvula as fibras circulares aparecem frouxamente dispostas no citoplasma da célula, dando a essa extremidade aspecto areolado. É de se notar que a camada de fibras conjuntivo-musculares externa acompanha a camada circular na sua dobradura para formação da válvula em toda a extensão. Neste percurso ela se estende até a extremidade livre da válvula, adelgaçando-se cada vez até se reduzir a uma camada única que se continua com o endotélio.

## V — O SISTEMA NERVOSO ESTOMATO-GÁSTRICO

Para o estudo do sistema nervoso estômato-gástrico de *Tityus* servimo-nos de material vivo, visto como a parte desse sistema que mais nos interessava era a referente aos nervos que suprem o coração. Fixados os escorpiões numa placa de cera, logo que se retiravam os tergitos, divisava-se o coração provido de um cordão nervoso bem evidente, mesmo a olho nú, sôbre a linha mediana (Figs. 1, 3, 6, ne), e estendendo-se desde a região do terceiro par de óstios até o sexto. Quer no material fresco, quer no fixado, esse cordão sempre foi bem visível e em muitos casos parecia fazer numa goteira excavada na face dorsal do tubo cardíaco. Tentamos dissecar esse cordão nervoso e conseguimos, com o auxílio de estiletos finos de vidro, destacá-lo da parede cardíaca com relativa facilidade. Em toda a extensão visível, isto é, do sexto ao terceiro par de óstios, o nervo se desprende, mas a partir desta última região é nítida a sua bifurcação em dois ramos que prosseguem em direção ao rostro, voltando-se ventralmente e contornando a face lateral cardíaca. Os dois ramos são extremamente finos, muito pouco visíveis, mesmo quando examinados sob a lupa GREENOUGH. Nas múltiplas tentativas que fizemos para prosseguir nessa disseção apenas em dois casos conseguimos ver um filete nervoso emanando do ramo direito e prosseguindo, colado à parede do coração, em direção à sua parte rostral. Em outro caso os dois nervos resultantes da bifurcação acima referida contornavam a face lateral do coração, indo ligar-se ao gânglio torácico respectivo. Infelizmente não nos foi possível conservar as preparações para tentar uma evidenciação mais perfeita deste aspecto singular do comportamento do nervo que supre o coração. Assim sendo, recorremos então aos cortes histológicos horizontais, transversais e sagitais, na esperança de poder verificar em seus pormenores essa parte do sistema nervoso estômato-gástrico. As melhores preparações que obtivemos foram as tratadas pela hematoxilina férrica. Nelas é evidente, nos cortes que abrangem as regiões caudais ao terceiro par de óstios, a presença de dois nervos, os chamados nervos epicardíacos (Figs. 3 e 6, ne), que jazem na face dorsal do coração, justamente na pequena goteira formada pelos pontos de interseção dorsais aos arcos musculares estriados. Conforme se vê na figura 3, a linha de interseção desses arcos é bem nítida e sôbre a sua extremidade dorsal podem divisar-se os nervos epicardíacos com a sua estrutura peculiar. Geralmente o cordão nervoso aparece envolvido pelas fibras conjuntivas que emanam da camada externa do coração. Em muitos casos é bem visível a ocorrência de dois cordões

nervosos, que aparecem em todas as séries. Essa duplicidade não é contínua. A medida que se examinam os cortes das regiões posteriores divisa-se apenas um cordão, geralmente o direito, o que indica ser o nervo esquerdo de menor extensão. O exame dos cortes das regiões anteriores ao terceiro par de óstios indica apenas a presença de dois nervos cardíacos situados na face dorsal e imigrando pouco a pouco para a face lateral. Não nos foi possível verificar as ligações desses nervos com o corpo central. Os indícios que temos dessas conexões dos nervos com o gânglio torácico somente foram perceptíveis com a dissecação cuidadosa à lupa GREENOUCH e com o auxílio da coloração pelo azul de metileno. Nos cortes de um escorpião recém-nascido de 4-5 mm. de comprimento incluindo apenas o cefalotórax e o pré-abdômen, verificamos na face ventral do coração a ocorrência de um cordão nervoso que se estende desde a região do primeiro par de óstios até o último.

## VI. — A CIRCULAÇÃO CÁRDICA

Ao nível do sexto e sétimo segmento do coração se iniciam as ondas contráteis, rítmicas, que prosseguem para diante e para trás. Colocando-se uma gota de azul de metileno sobre o coração na região do sexto segmento, verifica-se a sua aspiração pelo tubo cardíaco e a sua progressão tanto para a região rostral como para a caudal. Como o coração não é visível através do tegumento, torna-se necessário secionar os tergitos em toda a extensão, de modo a expor o órgão. Com isso secciona-se também o ligamento epicardíaco e o pericárdio. Descoberto assim o órgão, notam-se os óstios abertos, por onde se dá a aspiração do corante. Com o auxílio do azul de metileno, podem-se perceber, depois de algum tempo, os nervos epicardíacos, os quais, como foi dito, aparecem como cordão sobre a superfície do tubo numa extensão que vai do quarto tergito ao sétimo. Esta disposição pôde variar, pois encontramos o cordão nervoso também no espaço que vai do terceiro ao sétimo. Quer-nos parecer que tal ocorre como variação individual. Quando se consegue expor o coração sem lesar os lobos hepáticos, as pulsações podem durar até três dias. A lesão dos lobos hepáticos, porém, provoca a saída de um líquido que em contáto com o coração retarda o número de pulsações. Na sístole cardíaca verifica-se que os óstios se fecham unindo os lábios, o mesmo se dando com os lábios valvulares. Isto se nota muito melhor depois que se conseguiu a coloração dos músculos pelo azul de metileno. Não é raro verificar-se, após algum tempo de funcionamento normal, que as contrações do coração se processam em espiral, havendo uma torsão do eixo cardíaco ântero-posterior. Essa torsão se dá das câmaras posteriores para as anteriores, de tal modo que estas últimas chegam a mostrar por vezes a face ventral. Ao nosso ver, essa torsão decorre da libertação do tubo cardíaco da maior parte dos ligamentos, isto é, dos dorsais e dos laterais. As contrações se processam independentemente dos ligamentos, visto como, seccionados estes, o tubo cardíaco continua a pulsar rítmicamente. Tanto a sístole como a diástole se dão principalmente à custa da musculatura própria do coração. Outro fato também digno de nota vem a ser o encurtamento no sentido ântero-posterior do coração na sístole. Este fenómeno, quer-nos parecer, processa-se graças à presença das fibras lisas longitudinais da camada externa do coração. Pela sístole cardíaca o sangue é impellido para a região cefálica e para a região uroidal, penetrando nas artérias cefálicas e na artéria

uroidal. Por meio das artérias hepáticas (Fig. 7, h) ele é veiculado para a região ventral. Nas lacunas sanguíneas peri-pulmonares o sangue recebe o oxigênio e daí volta para o coração. Nesse mecanismo intervêm a diástole cardíaca. Em seguida à sístole há uma diminuição da pressão no espaço pericárdico, do que resulta aspiração do sangue para o mesmo. Na diástole o coração se enche, sendo o sangue aspirado através dos óstios. Quando se faz uma pequena abertura entre o sexto e o sétimo tergito, de modo a expor o coração, e em seguida se injeta numa das articulações do pós-abdômen uma solução fraca de azul de metileno, consegue-se acompanhar, até certo ponto, os fenômenos há pouco descritos, principalmente a aspiração do sangue, agora corado, para o espaço pericárdico e a penetração do mesmo no coração através do sexto e sétimo pares de óstios, que são os únicos visíveis na preparação. A volta do sangue para o espaço pericárdico é impedida pelo fechamento dos óstios e pela coaptação dos lábios das válvulas. Esta é, aliás, a função principal das válvulas, pois, como se sabe, elas se acham localizadas na metade dorsal da cavidade cardíaca e não delimitam câmaras, como se pensava antigamente (BLANCHARD 1849, p. 332). Julgou-se que as válvulas cardíacas delimitassem câmaras pelo fato de algumas delas tocarem a parede ventral do coração. Na realidade o coração de *Tityus*, como o dos demais Escorpiões, não é provido de câmaras, mas apenas contém dilatações e reentrâncias, e a literatura registra as primeiras sob o termo impróprio de câmaras.

Tendo-nos interessado somente pela circulação cardíaca, deixamos de lado completamente os interessantes fenômenos que se processam nos vasos periféricos, isto é, a circulação geral.

O número de batimentos cardíacos variou, em média, entre 60 e 80 por minuto, sendo a média 65. Naturalmente esse número está acima do normal, visto como os animais em todos os casos se achavam excitados, o que se compreende facilmente em virtude das condições operatórias. Para manter o ritmo cardíaco utilizamos com resultados satisfatórios a solução perfusora para Insetos indicada páginas atrás. Tentamos usar uma solução perfusora adequada, elaborada pelo Dr. RUBENS SALOMÉ PEREIRA. Não dispondo, porém, de maior número de exemplares que possibilitasse mais determinações do conteúdo mineral do sangue, fomos, então, levados a desistir, por ora, do seu emprego. O pH do sangue, determinado pelo micro-potenciômetro de COLEMAN, está entre 6,5 e 7. Afim de verificar a influência do pH sobre o ritmo das contrações, perfundimos o coração com a referida solução perfusora, fazendo variar o pH entre 3,5 e 8, valendo-nos para isso da soda e do ácido acético. Os resultados obtidos indicam que entre pH 6 e 7 os batimentos cardíacos permanecem constantes. Abaixo destes limites, em geral, se dá aceleração das pulsações.

Tivemos ainda oportunidade de experimentar a influência do suco hepático sobre o funcionamento do coração. Para isso maceramos vários lobos hepáticos na solução perfusora e o líquido obtido foi gotejado sobre o órgão cardíaco nas condições já descritas. Em todos os casos houve sensível diminuição das pulsações. Um dos nossos protocolos assinala o seguinte: número de batimentos igual a 107 por minuto com a solução perfusora, baixando para 65 sob a influência do macerado de fígado. Continuando o órgão

sob a ação do macerado, o número de pulsações foi diminuindo paulatinamente até a parada completa do órgão.

Tentamos, ainda mais, verificar a influência do veneno do Escorpião sobre o próprio coração. O veneno foi colhido após excitação elétrica do pós-abdômen, conforme indicações de PHISALIX (1922, p. 236) últimamente repetidas por RAMIREZ (1947, p. 384). Sobre as características do veneno nada temos a acrescentar ao descrito por JOYEUX-LAFFUIE (1883, p. 746) e, em dias recentes, por MAGALHÃES (1928, p. 17). Este autor estudou o veneno canto de *Tityus bahiensis* como de *Tityus serrulatus*. Quer diluído, quer concentrado, o veneno atua retardando o número de pulsações cardíacas, lembrando a ação da acetilcolina segundo experiências de SAWAYA e SOARES (1949, p. 328).

## VII. — DISCUSSÃO

Em suas linhas gerais as nossas observações confirmam as dos autores que se dedicaram ao estudo da morfologia do coração dos Escorpiões. Não poucos, porém, são os pontos de divergência, além de outros que escaparam às observações desses autores, seja por causa de dificuldades técnicas, seja principalmente porque se achavam preocupados com o estudo comparativo dessas estruturas nos diferentes Aracnóideos. As nossas observações confirmam principalmente as de GONDZIKIEVITCH, que é, sem dúvida, um dos autores que mais contribuíram para o conhecimento da estrutura do coração do *Euscorpilus europeus*. Ao contrário deste autor, tivemos a oportunidade de verificar a existência de fibras longitudinais de natureza muscular de permeio com as fibras conjuntivas, que nos nossos preparados aparecem mais abundantes à medida que se consideram as regiões mais próximas dos tergitos caudais. Baseado em VOSSELER (1891), GONDZIKIEVITCH é de parecer que se dê também nos Escorpiões, como nos Insetos, uma gradual transformação das fibras musculares lisas em fibras conjuntivas, dizendo mesmo textualmente que “julga mais certo falar em substituição das fibras musculares lisas por tecido conjuntivo fibroso, em virtude das fibras musculares longitudinais não formarem camada massiça mas estarem dispostas dentro da massa fundamental das fibras de tecido conjuntivo” Não as considera como camada separada, mas como envoltório externo do coração. A existência de delgadas camadas de fibras musculares que passam entre as células adiposas e se vão reunir à camada periférica do coração é aceita também por KOVALEWSKY (1892, p. 225). Este autor adiante acrescenta o seguinte : “Estas relações são percebidas ainda mais nitidamente no corte longitudinal . . . onde se distinguem claramente fibras. . . que penetram diretamente na camada muscular longitudinal (externa) do coração” (1) Como se vê, KOVALEWSKY admite a existência de fibras musculares longitudinais na adventícia do coração, embora tenha confundido, a nosso ver, as fibras conjuntivas dos ligamentos cardíacos com as fibras musculares. Por sua vez, PÉREYASLAWZEWA (1907, p. 168) também se refere à existência de fibras musculares longitudinais na camada externa do coração do escorpião *Androctonus ornatus*, e PETRUNKEVITCH (1922, p. 164), ao descrever sumariamente a estrutura do coração de *Centrurus insulanus*, diz apenas “que a

(1) As reticências correspondem a indicações de figuras, aqui suprimidas por motivos óbvios

adventícia de tecido conjuntivo é bem definida e apresenta núcleos longos corados de escuro," silenciando sôbre a existência de fibras musculares nessa camada.

Outro autor digno também de nossa atenção, embora só resumidamente se refira à estrutura do coração, é PAVLOWSKY (1924, p. 628), que informa ser o estroma do órgão formado de tecido conjuntivo e externamente de finas fibras longitudinais, sem quaisquer traços de estriação transversa (Est. 32, fig. 12 ecr), (1) adiantando ainda que a textura conjuntiva do coração é representada pelo perimísio e pelo endomísio.

Como se vê, nesta divergência entre os autores, temos de um lado os que negam a existência de fibras musculares na camada longitudinal externa do coração (GONZIKIEVITCH e PAVLOWSKY) e de outro lado os que admitem a existência dessas fibras nessa camada (KOVALEWSKY e PÉREYASLAWZEWA).

Os estudos e experiências por nós realizados em *Tityus* confirmam os achados destes últimos autores. Além de termos identificado, em nossas observações, a presença de fibras musculares longitudinais na camada externa do coração de *Tityus*, obtivemos em nossas experiências dados da fisiologia que confirmam este caráter histológico. Observando o coração nessas condições, verificamos que durante as contrações não se dá apenas o estreitamento do tubo cardíaco pelas ondas de contração que se iniciam ao nível do sexto par de óstios para a região rostral e para a região caudal. Quando o coração se contrai dessa maneira, é visível o encurtamento do órgão no sentido reostro-caudal. Além disso, em virtude das múltiplas observações que fizemos com material vivo (cerca de 200 animais), acontecia às vêzes aparecer uma bolha de ar dentro da cavidade cardíaca e então eram bem nítidos os movimentos dessa bolha, dando-se de diante para trás e vice-versa, sincrônicamente com o encurtamento longitudinal do tubo. Para esse encurtamento sem dúvida devem contribuir as fibras longitudinais externas do coração.

Como dissemos, aderentes a essa parede externa do tubo cardíaco, dentro da cavidade pericárdica, encontram-se conglomerados de células pericárdicas que foram tomadas inadvertidamente por GADZIKIEVICZ (1) (1905, p. 39) como células endoteliais externas, o que é corrigido pelo mesmo autor mais tarde (1908, p. 3), sem contudo adiantar qualquer opinião sôbre a função de tais formações. Já vimos que KOVALEWSKY (1892, p. 225) as tomou como células adiposas, acrescentando que têm reação ácida e absorvem o carmim, sendo portanto fagocitárias.

Ao nosso ver, julgando pelo aspeto dessas células nos cortes corados com hematoxilina férrica, e considerando a existência de grânulos no interior do citoplasma, somos inclinados a acreditar na sua natureza fagocitária. Aliás, a semelhança destas células com as células adiposas é, no que respeita aos Insetos, mencionada por WIGGLESWORTH (1940, p. 237), autor que admite, no que diz respeito à função, serem elas capazes de absorver partículas coloidais do sangue. O conjunto destas células forma o que se costuma denominar de "nefrócitos", visto acreditar-se que elas são capazes de acumular os

(1) Infelizmente não conseguimos saber se a figura 12, da estampa 32, no trabalho de PAVLOWSKY, se refere a *Buthus*, a *Euscorpis*, a *Odonturus*, a *Heterometrus* ou a *Opisthophthalmus*, visto como à página 639 onde se encontra a explicação da referida estampa omitiu-se a legenda da figura 12 referida. A julgar pela legenda da figura 11, cremos que se trata de *Buthus australis*.

(1) Ver nota à página 6 sôbre o nome deste autor.

corantes que se injetam no corpo do animal. No caso dos Insetos certos autores são de opinião que as células pericárdicas correspondem ao sistema retículo-endotelial dos Vertebrados.

Sôbre a arquitetura do tubo cardíaco lembremos ainda que a musculatura circular é a parte bem estudada pelos autores que se ocuparam da morfologia do coração dos Escorpiões. Alguns pontos da estrutura dessas fibras musculares merecem reparo especial. Como GONDZIKIEVITCH, encontramos um espaço vazio em várias preparações entre o sarcolema e as miofibrilas. Esse autor acha que a formação desse espaço vazio decorre do seguinte : com a expansão das fibras contráteis durante a diástole do coração, os feixes destas últimas se afinam e o sarcolema se afasta, ao passo que na sístole as fibras se encurtam, os feixes ficam mais espessos e aderem firmemente ao sarcolema. A nosso ver, tais espaços, que se encontram não só entre as miofibrilas e o sarcolema das fibras musculares circulares do coração como também nas fibras musculares somáticas (mms intertergiteais, mms dorso-ventrais, etc.), não passam de artifícios de preparação decorrentes do uso de fixadores fortes e penetrantes.

GONDZIKIEVITCH (1. c., p. 5), impressionado com a presença desses espaços vazios, chegou a duvidar de que se trate de verdadeiro sarcolema.

Esses espaços a que nos referimos são evidentes nas preparações de PAVLOWSKY (1924), conforme a sua figura n.º 11 da estampa 32, representativa de um *Buthus australis*, tendo as fibras musculares aspectos areolados.

WERNER (1934, p. 125), na sua resenha do assunto, limita-se a estampar a figura referida (n.º 39) e, como PAVLOWSKY, nada adianta sôbre o assunto no texto.

Aspetto areolado, como é figurado por PAVLOWSKY, não nos foi dado encontrar em nossas preparações, a não ser nos bordos livres das válvulas ostiais. Ao contrário, nos cortes transversais corados com hematoxilina férrica é evidente a apresentação compacta das miofibrilas, chegando por vezes a se entrelaçarem, formando um retículo especialmente nas proximidades da interseção ventral dos dois arcos musculares (Figs. 2 e 3, m). Nos pontos em que as miofibrilas se apresentam frouxas, deixam entre si espaços vazios, mas que não chegam a dar à fibra o aspecto areolado referido. Tais aspetos decorrem também das condições em que o músculo é fixado, se em sístole ou diástole, como facilmente se compreende.

Outro é o caso da areolação apresentada pelos bordos livres das válvulas ostiais. Como se vê nas figuras 4, 5 e 6 (vl), as miofibrilas se entrelaçam deixando espaços redondos ou ovoidais entre si. O aspecto é então de um verdadeiro corpo cavernoso de um tecido erétil. E realmente assim deve ser, visto o mecanismo de fechamento dos óstios durante a sístole cardíaca exigir a coaptação dos lábios da válvula, o que se dá pela ereção dos bordos livres. Isto faz com que os bordos aderentes também se unam e a sua superfície dorsal ligeiramente se saliente na abertura ostial, impedindo a volta do sangue para a cavidade pericárdica. Esse movimento das válvulas, de que decorre o fechamento e, logo a seguir, a abertura dos óstios é de fácil observação, quando se examina o animal vivo, devidamente preparado, sob a lupa. Compreende-se assim a função do tecido esponjoso erétil dos lábios das válvulas. Assim como esse tecido concorre para fechar os óstios, acarre-

tando a coaptação dos lábios valvulares, também promove o afastamento desses lábios, e conseqüente abertura do óstio.

Outro ponto que tem sido motivo de discussão vem a ser a natureza da membrana íntima que reveste a face endocárdica das fibras musculares circulares. GONDZIKIEVITCH (1. c., p. 6) acha que essa íntima resulta apenas do espessamento do sarcolema e assinala a formação de pequenas ondas. Mais adiante (1. c., p. 6) diz não lhe ter sido possível esclarecer se o sarcolema tomava parte na formação da estriatura da íntima. Entre o sarcolema e as miofibrilas forma-se um espaço quase sempre cheio de corpúsculos sanguíneos. A presença de uma membrana delgada revestindo a superfície interna do coração já foi vista por NEWPORT (1834, p. 288). Para GONDZIKIEVITCH (p. 7) essa membrana constitui o endocárdio, formado exclusivamente de uma camada muito delgada de células endoteliais. Esta camada às vezes é invisível em certas regiões e em outras é desigualmente desenvolvida. Nos nossos preparados encontramos estas formações como GONDZIKIEVITCH descreve, apenas em certas regiões aparece uma membrana dupla que acompanha as sinuosidades da superfície endocárdica das fibras circulares. Dificilmente divisamos núcleos nessa membrana e queremos crer seja conjuntiva a sua natureza. Talvez a razão esteja com GONDZIKIEVITCH quando supõe que essa membrana possa ser uma verdadeira íntima, o que, conforme acentua o autor, constitui uma importante diferença de estrutura do coração dos Escorpiões em relação à estrutura do coração de outros Aracnóides, em que ela é ausente (FRANZ 1903, p. 204). Seja acentuado que essa formação falta também nos Insetos (WEBER 1933, p. 454). PAVLOWSKY (1. c., p. 628) também opina pela natureza conjuntiva do endomísio e WERNER (1934, p. 125) indica serem pluriestratificadas as fibras que revestem a superfície interna do coração. Nos nossos preparados não nos foi possível verificar essa estratificação nem existência de relação entre essa membrana e os corpúsculos sanguíneos. Estes, quando presentes, são contíguos à membrana. Quanto à sua natureza, faltam-nos dados para um juízo seguro. \*

Quanto aos óstios, já dissemos que a sua disposição no coração do *Tityus* é diferente da representada por NEWPORT no coração de *Buthus* e por WEBER no coração de *Prionurus australis* (p. 116, fig. 85). Admitia-se a existência de oito pares de óstios, o que foi corrigido por PETRUNKIVITCH (1922, p. 164). Nossos dados confirmam o número encontrado por este autor, a saber, sete pares de óstios. Sabemos que nos bordos dos óstios aderem as fibras dos ligamentos pteripilos que se dirigem lateral e dorsalmente para se inserir na hipoderme tergitral, entre esta e o músculo longitudinal. Os pteripilos de *Tityus* são excepcionalmente robustos e se apresentam com o aspéto de um cone de base cardíaca; as fibras, como nos outros Escorpiões, são multinucleadas (Fig. 2, p.).

O pericárdio não é um envoltório contínuo, mas interrompido, por ser atravessado pelos ligamentos cardíacos já referidos. Desta maneira se forma na face dorsal cardíaca o seio pericárdico, ladeado pelos dois ligamentos epicardiacos. A passagem dos ligamentos hipocardiacos, que são os mais robustos, delimita o chamado seio ventral pericárdico. Entre o seio dorsal e o ventral dispõem-se, de cada lado do coração, os seios laterais pericárdicos. Geralmente, nas preparações os seios pericárdicos se apresentam cheios de corpúsculos sanguíneos.

Entre o seio pericárdico e o coração, como dissemos, jazem os nervos epicardíacos. Desde PATTEN (1890, p. 329) que se costumava distinguir nos Escorpiões o chamado nervo “vago” POLICE (1900, p. 6) diz que o comportamento deste nervo é extremamente irregular, negando mesmo a existência de um sistema “vagal” (p. 10) como é admitido por PATTEN. No sistema estômato-gástrico de *Euscorpius italicus* POLICE (1901, p. 1) inclui os centros nervosos subintestinais, os quais dão origem aos nervos subintestinais que correm ao longo do intestino. Foi somente em 1902 (p. 146) que chamou a atenção para o nervo do coração, o chamado nervo epicardíaco por ele encontrado sob a forma de um cordão longitudinal com relações com um centro nervoso estômato-gástrico homólogo do par de gânglios estômato-gástricos dos Insetos (p. 147). Mais tarde, em 1903 (p. 179) descreve este sistema estômato-gástrico a que já nos referimos.

Se compararmos a descrição de POLICE, que acabamos de resumir, com os resultados das pesquisas de GOTTLIEB (1926, p. 231) e de HANSTRÖM (1928, p. 381), verificaremos certa discrepância entre estes autores. Já vimos que o sistema estômato-gástrico de *Euscorpius italicus*, segundo POLICE, consta dos seguintes nervos : a) nervos cardíacos ; b) nervos laterais ; c) nervos intestinais. Os nervos cardíacos, que mais de perto nos interessam formam, segundo o autor, um nervo único, o chamado *nervo epicardíaco*. GOTTLIEB (1926, p. 231) encontrou apenas dois pares de nervos estômato-gástricos, um correspondendo aos nervos laterais, e outro aos nervos intestinais de POLICE, faltando, pois, os nervos cardíacos. HANSTRÖM (1928, p. 381) assinala em *Vejovis* os chamados nervos estomodeais (nervos intestinais de POLICE) e os nervos laterais, faltando, portanto, também os nervos cardíacos. A diferença entre os resultados de HANSTRÖM e os de GOTTLIEB é que aquele autor verificou ser o coração de *Vejovis* abastecido pelos ramos dorsais da cadeia nervosa ventral (nervos hemais) tal como se dá também em *Limulus*. Acha ainda HANSTRÖM que as anastomoses laterais destes nervos cardíacos representam seguramente os “nervos cardíacos” de POLICE.

Nas nossas preparações conseguimos evidenciar perfeitamente os nervos epicardíacos. Em *Tityus* são eles em número de dois, colados um ao outro na linha mediana da face dorsal do tubo cardíaco, estendendo-se do terceiro ao sétimo segmento. Nos cortes transversais às vezes se encontra um único nervo, mas isto é devido, como dissemos, ao fato de serem esses dois nervos epicardíacos de comprimento diferente, sendo o esquerdo menor. Pelo que pudemos ver em nossas disseções, em comparação com as preparações microscópicas, os nervos epicardíacos, ao nível do quarto segmento, separam-se, contornam a face lateral do coração e se conjugam com o gânglio torácico. Nossas observações concordam, pois, com as de HANSTRÖM, correspondendo os nervos aqui denominados de epicardíacos (nomenclatura de POLICE) aos nervos hemais de HANSTRÖM. Não nos foi possível identificar os nervos laterais, mas os nervos intestinais existem em *Tityus* como em *Euscorpius* e em *Vejovis*. Deixamos de parte a questão da origem destes nervos, isto é, suas relações com o gânglio central e queliceral, por se achar este assunto fora do nosso plano de trabalho. Preocupamo-nos principalmente com o sistema estômato-gástrico de *Tityus* na sua parte referente ao coração. Aliás, o comportamento dos nervos epicardíacos neste escorpião lembra muito de perto o que ocorre em *Limulus polyphemus*, comparação já acentuada por HANSTRÖM.

Do fato de não nos ter sido possível identificar os nervos laterais não concluímos que não existam. Por havermos trabalhado, nesta parte, principalmente com Escorpiões recém-nascidos, em que o sistema nervoso periférico ainda não se achava completamente desenvolvido, talvez daí decorra o fato de não termos conseguido identificar os nervos laterais referidos.

Aliás, a presença de dois ou três pares de nervos constituindo o sistema estômato-gástrico nos Escorpiões é ainda objeto de discussão, conforme assinala HILTON (1931, p. 53).

Finalmente, quanto à circulação, verifica-se que o ponto de partida ("pacemaker") das contrações cardíacas se encontra na região do coração ao nível do sexto e sétimo tergitos. Tanto a sístole como a diástole decorrem principalmente da musculatura circular do coração, que nos Escorpiões é excepcionalmente potente. Interfere também nas pulsações cardíacas a musculatura longitudinal.

Contrariamente a alguns autores, conseguimos identificar fibras musculares na camada externa do coração e que são mais abundantes nas regiões caudais do tubo cardíaco.

As células pericárdicas já assinaladas por alguns autores em vários Escorpiões e diferentemente interpretadas em sua função, também se encontram em *Tityus*. Ao nosso ver, são células fagocitárias, talvez pertencentes ao sistema nefrocitário.

Vários fatores interferem no ritmo e na frequência das pulsações cardíacas. Entre outros, conseguimos mostrar a ação retardadora do macerado de fígado e do veneno do próprio *Tityus*. É possível que esta ação do macerado de fígado decorra da presença de fermentos existentes nesse órgão, principalmente os proteolíticos, como é mencionado por von FÜRTH (1903, p. 247) e foi estabelecido por PAVLOWSKY e ZARIN (1926, p. 244). Aliás, o macerado de fígado é nitidamente tóxico, como indica PHISALIX (1922, p. 255). Quanto ao veneno, já é conhecida sua ação cronotrópica negativa sobre o coração dos Vertebrados e do próprio homem (MAGALHÃES, 1946, p. 81). A este respeito são dignos de nota os trabalhos de DEL POZO e colaboradores, referentes à ação do veneno do Escorpião sobre vários órgãos. É sabido que o veneno do Escorpião é mortal para o próprio animal (FÜRTH 1903, p. 326). Interessante é notar que o veneno de *Centruroides suffusus suffusus* Pocock e de *Centruroides noxius* Hoffmann potencializam as respostas do músculo estriado às injeções de acetilcolina, tem acentuados efeitos descurarizantes e propriedades anticolinesterásicas (DEL POZO e ANGUIANO 1947, p. 262). Esta ação anticolinesterásica do veneno de *Centruroides noxius* foi confirmada por DEL POZO (1948, p. 222). Ao nosso ver, o efeito cronotrópico negativo, por nós verificado, da ação do veneno de *Tityus* sobre o coração do próprio animal possivelmente decorre dessas propriedades anticolinesterásicas já assinaladas. Além disso, essa ação lembra muito a da acetilcolina sobre o coração de *Tityus*, conforme as experiências de SAWAYA e SOARES (1949, p. 328), o que também se pode inferir dos resultados das pesquisas de BARROS (1937, p. 430) e de CARVALHO (1937, p. 110) sobre a ação dos venenos dos Escorpiões sobre o sistema nervoso vegetativo.

## VIII. — RESUMO

## a) MORFOLOGIA DO CORAÇÃO

O coração dos Escorpiões do género *Tityus* é um tubo alongado provido de reentrâncias e dilatações que não chegam a formar câmaras. Internamente é guarnecido de válvulas de natureza muscular que correspondem aos óstios, em número de sete pares. As válvulas estão localizadas dentro da cavidade cardíaca e pendem da parede dorsal. Os lábios livres dessas válvulas contêm tecido muscular de aspeto areolado, semelhando a textura de um tecido esponjoso. A superfície interna do coração é revestida por uma delgada membrana conjuntiva fortemente aderente ao sarcolema das fibras circulares do coração. A presença desta membrana íntima é um fato característico do coração dos Escorpiões. Ela é designada pelos vários autores com os nomes de endomísio, íntima, ou adventícia.

A camada muscular circular do coração é excepcionalmente desenvolvida. As miofibrilas são compactas e em certos pontos entrelaçadas. Os dois arcos musculares se unem na face dorsal e na face ventral do coração. No ponto correspondente aos óstios as fibras musculares se dobram em ângulo reto para formar as válvulas acima referidas.

Externamente à camada circular encontra-se uma camada menos espessa, conjuntivo muscular, longitudinal, com predominância de fibras musculares nas regiões posteriores do tubo cardíaco. Vários autores não acreditam na presença de fibras musculares nessa camada e chamaram-na de perimísio.

Aderentes a essa camada conjuntivo-muscular externa existem conglomerados de células grandes, de núcleo excêntrico, protoplasma granuloso, que formam as chamadas células pericárdicas, existentes também nos Insetos e de natureza tida como fagocitária.

O coração assim considerado é envolvido pelo pericárdio, que forma no seu contorno os seios pericárdicos: dorsal, laterais e ventral.

O coração é mantido *in situ* à custa dos ligamentos que são em número de oito: epicardíacos, alares, pteripilos e hipocardíacos. Destes ligamentos os mais importantes são os hipocardíacos. Os pteripilos guarnecem as aberturas ostiais.

## b) O SISTEMA NERVOSO ESTÔMATO-GÁSTRICO

O sistema estômato-gástrico de *Tityus* é constituído principalmente pelos nervos epicardíacos e pelos nervos intestinais. Não nos foi possível localizar os nervos laterais que, segundo vários autores (POLICE, GOTTLIEB e HANSTRÖM), também fazem parte desse sistema nervoso estômato-gástrico. Com isso, porém, não queremos afirmar que os nervos laterais não existam. Os nervos epicardíacos — os que mais nos interessam nesse estudo — são dois cordões de comprimento desigual (o esquerdo menor) que jazem unidos na face dorsal do coração na goteira formada ao nível da junção dorsal dos dois arcos musculares. Os dois nervos aparecem a olho nú como sendo um único que se estende do terceiro ao sexto par de óstios, daí dicotomizando-se, prosseguindo cada um deles para a região rostral do coração,

contornando a face lateral do órgão e entrando em ligações com o gânglio torácico. Neste particular nossas observações concordam com as de HANSTRÖM, que indica os nervos epicardiâcos com o nome de nervos hemais, originários do primeiro gânglio torácico. Na comparação que se costuma fazer entre o sistema estômato-gástrico dos Escorpiões e o de *Limulus polyphemus* diz-se que aqueles correspondem aos nervos laterais deste último (HANSTRÖM 1928, pp. 381 e 382).

### c) A CIRCULAÇÃO CARDÍACA

Quanto à circulação, verifica-se que o ponto de partida das contrações cardíacas está na região do tubo cardíaco, entre o sexto e sétimo tergito. Essas contrações prosseguem rostralmente pelo tubo cardíaco e caudalmente pela artéria uroidal. Quando se dá a sístole cardíaca ocorre uma diminuição da pressão na cavidade pericárdica, o que determina aspiração do sangue do sistema venoso. O sangue enche então a cavidade pericárdica e é a seguir aspirado pelo coração durante a diástole. O número de pulsações varia entre 60 e 80 por minuto e tanto no ritmo como na frequência interferem vários fatores dos quais analisamos, embora sumariamente, o pH das soluções perfusoras, o macerado do fígado e o veneno do próprio Escorpião. As contrações cardíacas permanecem constantes quando se mantém a solução perfusora com pH entre 6,5 e 7 ; o macerado de fígado retarda as pulsações e, se o coração for mantido mergulhado no macerado, acaba por paralisar-se. O próprio veneno de *Tityus* diluído na solução perfusora determina também o retardamento das pulsações cardíacas. Sua ação lembra muito de perto a da acetilcolina sobre o coração de *Tityus*.

## IX. S U M M A R Y

ON THE HEART, THE STOMATO-GASTRIC NERVOUS SYSTEM AND THE CARDIAC CIRCULATION OF BLOOD IN SCORPIONS OF THE GENUS TITYUS C. L. KOCH, 1836

Morphology of the heart of the most common Scorpions in South of Brazil, *Tityus bahiensis* and *Tityus serrulatus*, has been revised in connection with the so called stomato-gastric nervous system. Observations of living Scorpions and the study of preparations with vital staining of methylene blue gave possibilities to detect the stomato gastric nervous system of these animals.

The papers of NEWPORT (1843, p. 286), PÉREYASLAWZEWA (1907, p. 168), GONDZIKIEVITCH (1908, p. 2) and PAVLOWSKY (1924, p. 618) gave good account on the morphology of the heart of several kinds of Scorpions.

The Scorpions were maintained in a terrarium in which humidity was kept constant. They were fed by some forms of living spiders chiefly *Lycosa erythrognata* Lucas which were avidly eaten. Cockroaches were accepted as food only after a long period of fasting. No cannibalism was observed on adult Scorpions, but the new born were usually devoured by the female Scorpions, chiefly when these were hungry. Several attempts to breed the new born Scorpions in captivity failed, as they usually died after the first moulting without taking any food.

Observations on living animals were made by imerging the heart in Ringer for Insects (see p. ). For histology the fixatives of Bouin, Susa or Zenker were employed. Slides of 10-15 micra were stained by hematoxylin and eosin, and by hematoxylin of Heidenhain. As regards the cardiac nervous system the method of Bilschowsky of silver impregnation and that of vital staining by methylene blue gave good results.

Besides the general facts quoted by several authors with reference to the histology of the heart of the Scorpions some other have been detected. The internal surface of the heart is recovered by a thin conjunctive membrane strongly joined to the circular muscle fibers of the heart. (Est. II, Fig. 5) This membrane is characteristic of the Scorpions' heart and is named differently by several authors as endomisium, adventitia, intima.

The muscle circular fibers are strongly developed. (Est. I, Fig. 3). In some places the myofibrils are compact and crossed together. They usually form two muscle arches joined by the ends. On the points corresponding to the ostia the muscle fibers bend at right angles to form the valves.

Outside the muscle fibers of the heart follows a thick sheet of connective tissue mixed up with muscle fibers. This sheet is called connective muscle sheet (Est. II, Fig. 5 e). The muscle fibers of this sheet are more evident on the posterior regions of the cardiac tube. The presence of these longitudinal fibers is not admitted by several authors.

Numerous large cells, with excentric nuclei and granulous protoplasm have been detected joining the connective muscle sheet of the heart. They are the so called pericardiac cells (Est. I, Fig. 4, b) which occur in the Insecta. The nature of these cells is discussed in this paper.

The study of the stomato-gastric system has been made chiefly by the vital staining by methylene blue. It was not possible to detect the so called lateral nerves included in this visceral system by POLICE, GOTTLIEB and HANSTRÖM. Attention has been paid to a pair of nerves which appear as two cords joined upon the dorsal side of the heart. They are called epicardiac nerves, and when seen by the naked eye they look like a single nerve extending from the third to the sixth pair of ostia, and then taking different directions, each of them surrounding the lateral surface of the heart and reaching the thoracic ganglion. As regarding the origin of the epicardiac nerves, our observations agree with those of HANSTRÖM who named them "hemal nerves" originating from the thoracic ganglion. As we read in HANSTRÖM (1928, pp. 381 and 382), the epicardiac nerves are said to correspond to the lateral nerves of *Limulus polyphemus*.

The initial point of contraction of the heart was observed to be the area between the sixth and seventh tergite. The contractions proceed forwards along the cardiac tube and backwards through the uroidal artery. As systolic movement occurs a minor pression within the pericardic cavity is established and so the blood is aspirated from the venous system. The blood which then fills the pericardic cavity is aspirated by the heart during the cardiac diastolic movement. The number of heart beats varies from 60 to 80 per minute. Various factors were proved to interfere not only on the rhythm but also on the frequency of the heart beats. Among these factors

the pH of the perfusing solutions, the liver macerate and the poison of the Scorpion itself were studied. The best pH of the perfusing solutions was between 6,5 and 7. The liver macerate slows the heart beats and after a prolonged action causes them to cease completely. The poison of the Scorpion itself when diluted in the perfusing solution produces decrease of heart beats, having a similar action of that of acetylcholin on *Tityus*' heart, according to the results of SAWAYA & SOARES' experiments (1949).

#### X. — BIBLIOGRAFIA

- Barros, E. F. de, 1937**, Aspetos anátomo-patológicos do sistema nervoso central na intoxicação escorpônica. O Hospital, 12 (3) : 421-442. Rio de Janeiro. **Blanchard, E., 1949**, De l'appareil circulatoire et des organes de la respiration dans les Arachnides. Ann. Sci. Nat., Zool., (3) 12 : 317-352. Paris. 1852, L'organisation du règne animal. Arachnides. Paris. Apud von **Brücke, 1925**. **Brücke, Th. v., 1925**, Die Bewegung der Körperpersäfte., Hand. d. Vergl. Physiologie, **Hans Winterstein, 1 (1) : 827-1110**. Jena. **Carvalho, P. de, 1935**, Ação do veneno dos escorpiões brasileiros sobre o sistema nervoso vegetativo. Arch. Inst. Benjamin Baptista, 3<sup>o</sup>: 99-110. Rio de Janeiro. **Da Costa, A. C. e Chaves, P. R. 1926**, Manual de Técnica Histológica 2.<sup>a</sup> ed., XIII+402 pp. Imprensa da Universid., Coimbra. **Daiber, M., 1921**, em **Lang, A.**, Handbuch der Morphologie der Wirbellose Tiere, 4 (Arthropoda) : 269-350. G. Fischer Ed., Jena. **Del Pozo, E. C., 1948**, The Action of the Venom of a Mexican Scorpion (*Centruroides noxius* Hoffman) on Cholinesterasis. British Journ. Pharmac. a. Chemistry., 3 (3) : 219-222. **Del Pozo, E. C. & Anguiano, L. G., 1947**, Acciones del Veneno de Alacran sobre la actividad motora del Musculo estriado. Rev. Inst. Salubridad y Enf. Tropicales, 8 (4) : 231-263. Mexico, D.F. **Du Buisson, M., 1925**, Recherches sur la circulation sanguine et la ventilation pulmonaire chez les Scorpions. Bull. Ac. Roy. Belgique, Cl. Sciences, (5) 11 : 660-680. Bruxelles. **Franz, V., 1903**, Ueber die Struktur des Herzens und die Entstehung von Blutzellen bei Spinnen. Zool. Anz., 27 : 192-204. Leipzig. **Fürth, O. von, 1903**, Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. XIV+670 pp. Gustav Fischer ed., Jena. **Gadzikiwicz, V., 1905**, Zur Phylogenie des Blutgefäßsystems bei Arthropoden. Zool. Anz., 29 : 36-40. Leipzig. **Gondzikiewitch, V. 1908**, Histologia do sistema circulatório nos Arachnoidea. Mem. Acad. Sci. St. Petersburg., (8) 22 : 1-31. Russia. **Gottlieb, K., 1926**, Über das Gehirn des Skorpions. Z. wiss. Zool., 127 : 185-243, t. 3-4. Leipzig. **Hanström, B., 1919**, Zur Kenntnis des zentralen Nervensystems der Arachnoiden und Pantopoden nebst Schlussfolgerungen betreffs der Phylogenie der genannten Gruppen. Inaug. Diss. Lund. pp. 1-191. Apud **Hanström 1928**. **Hanström, B., 1923**, Further notes on the central nervous system of Arachnids : Scorpions, Phalangids, and Trap-door Spiders. J. Comp. Neurol., 35 (4) : 249-274. Philadelphia, Pa., **Hanström, B., 1928**, Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbellosen Tiere, XI+628 pp. Julius Springer. Berlin. **Hilton, W. A., 1931**, Nervous system and sense organs. XXXVIII. Scorpionida. Journ. Ent. and Zool. 23 (3) : 49-55. Claremont, Cal. **Joyeux-Laffuie, J., 1833**, Appareil venimeux et le venin du scorpion. Étude anatomique et physiologique. Arch. Zool. Expér. Gén., (2) 1 : 733-783. t. 30. Paris. **Kowalewsky, A. O., 1892**, Sur les Organes excréteurs chez les Arthropodes terrestres. Congr. Int. Zoologie, Moscou, 1.<sup>a</sup> pte., pp. 187-235. Moscou. **Lankester, E. Ray, 1885**, Notes on Certain Points in the Anatomy and Generic Characters of Scorpions. Trans. Zool. Soc. London, 11 : 372-384, t. 80-83. London. **Lutz, A. & Mello, O. de, 1922**, Cinco escorpiões brasileiros dos generos *Tityus* e *Rhopalurus*. Folha Medica, 3 : 25-26. Rio de Janeiro. **Magalhães, O. de, 1928**, Contribuição para o conhecimento da intoxicação pelo veneno dos "escorpiões." Mem. Inst. O. Cruz, 21 (1) : 5-153, t. 12. Rio de Janeiro. **Magalhães, O. de, 1928**, Escorpio-

nismo. IV Memoria. Monogr. Inst. Oswaldo Cruz, n.º 3, 220 pp. Rio de Janeiro. **Mello-Leitão, C. de, 1931**, Divisão e distribuição do genero *Tityus* Koch An. Acad. Bras. Cien., 3 (3) : 119-150, 4 t. Rio de Janeiro. **Mello-Leitão, C. de, 1939**, Revisão do genero *Tityus*. Physis. Zool., 17 : 57-76. Argentina. **Mello-Leitão, C. de, 1945**, Escorpões Sul-Americanos. Arq. Mus. Nac., 40 : 7-468. Rio de Janeiro. **Newport, G., 1843**, On the Structure, Relations, and Development of the Nervous and Circulatory systems, and on the Existence of Complete Circulation of the Blood in Vessels, in Myriapods and Macrourous Arachnida. 1. Series. Phil. Trans. Royal Soc. London, 1843 : 243-302, t. 1-6. London. **Patten, W., 1890**, On the Origin of Vertebrates from Arachnids. Q. J. Micr. Science, N. S., 31 : 317-378, t. 32-24. London. **Pavlovsky, E. N., 1922**, Zur mikroskopischen Anatomie des Blutgefäßsystems der Skorpione. Act. Zool. Stockholm, 3 : 461-474, t. I. Apud **Werner 1934**. **Pavlovsky, E. N., 1924**, Studies on the Organization and Development of Scorpions. Q. J. Micr. Science, N. S., 68 : 615-640. t. 31-33. London. **Pavlovsky, E. N. & Zarin, E. J., 1926**, On the Structure and Ferments of the Digestive Organs of Scorpions. Q. J. Micr. Science, N. S., 70 : 221-261, t. 22-23. London. **Péreyaslazwewa, S., 1907**, Contributions à l'histoire du développement du Scorpion (*Androctonus ornatus*). Ann. Nat. (Zool.), (9) 6 : 151-214, t. 4-16. Paris. **Petrunkovitch, A., 1922**, The circulatory system and segmentation in Arachnida. Journ. Morph., 36 (2) : 157-185, t. 1-2. Philadelphia, Pa. **Phisalix, M., 1922**, Animaux Venimeux et Venins, vol. 1, XXV+656 pp., Masson & Cie. ed., Paris. **Piza Jr., S. de T., 1932** — Considerações a respeito da systematica geral do Genero *Tityus* e do *Tityus bahiensis* em particular. Rev. Agric., 7 (7-10) : 295-306. Piracicaba, Estado de São Paulo. **Police, G., 1900**, Ricerche sul sistema nervoso dell *Euscorpium italicum*. Atti Soc. Napoli (2) 10 (7) : 1-12, t. Napoli. **1901**, Sui centri nervosi sotto-intestinali dell *Euscorpium italicum*. Boll. Soc. Natural Napoli, 14 : 1-24, 1 t. Napoli. **1902**, Il nervo del cuore nello Scorpione. Boll. Soc. Natural Napoli, 15 : 146-147, Napoli. **1903**, Sul sistema nervoso stomatogastrico dello Scorpione. Arch. Zool. Ital., 1 (2) : 179-200, t. 8. Napoli. **Ramirez, R. L. 1947**, Obtención de veneno de alacran por estimulación eléctrica. Anales de la Esc. Nac. de Ciencias Biologicas, 4 (4) : 383-385. Mexico, D. F. **Sawaya, P., & Soares, B. A. M. 1949**, Reação do coração dos Escorpões, à desinervação e às drogas colí — e adrenérgicas. Bol. Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. São Paulo, Zoologia n. 14, pp. 325-337. São Paulo. **Tembe, V. B. & Awati, P. R. 1942**, External Morphology and Anatomy of Scorpion. Jour. Univ. Bombay, v. 11, 3.ª jpt. pp. 54-76. Bombay. **Vellard, 1932**, Mission scientifique au Goyaz et au Rio Araguaya, Mem. Soc. Zool. France, 29 : 539-556. **Vosseler, 1891**, Untersuchungen über glatte und unvollkommenen quergestreifte Muskeln der Arthropoden. Tubingen. Apud **Gondzikievitch 1908**, p. 3. **Weber, H., 1933**, Lehrbuch der Entomologie. Verlag von Gustav Fischer. XII+726 pp. Jena. **Werner, F., 1934**, Scorpiones, Pedipalpi. **Bronn's Tierreich**, v. 5, pt. 4, VI+316 pp., Leipzig. **Wigglesworth, V. B.,** The principles of Insect physiology. E. P. Dutton and Company Inc., VIII + 434 pp. New York. **Willem, V., 1917**, Observations sur la circulation sanguine et la respiration pulmonaire chez les Araignées. Arch. Néerl. Phys. de l'Homme et des Animaux, 1 (2) : 226-256. La Haye.

## **IX. Estampas**

## ESTAMPA I

- Fig. 1 — *Tityus bahiensis* — esquema mostrando o coração (c) *in situ* e os lobos do fígado ; f — fígado ; ne — nervos epicardíacos ; o — óstio ; t — tergito.
- Fig. 2 — Coração isolado de *Tityus bahiensis* (esquema) : o — óstios ; p — pteripilos.
- Fig. 3 — Corte transversal do coração de *Tityus bahiensis*, mostrando esquemáticamente : a, a' — arcos musculares ; b — células pericárdicas ; e — fibras longitudinais ; m — musculatura circular ; ne — nervos epicardíacos ; q — sarcolema ; s — sangue ; x — endocárdio.
- Fig. 4 — Corte horizontal do coração de *Tityus bahiensis* : b — células pericárdicas ; m — musculatura circular ; o — óstio ; pr — pericárdio ; s — sangue ; vl — válvulas ; x — endocárdio.

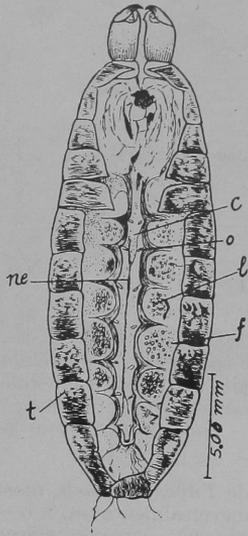


Fig. 1

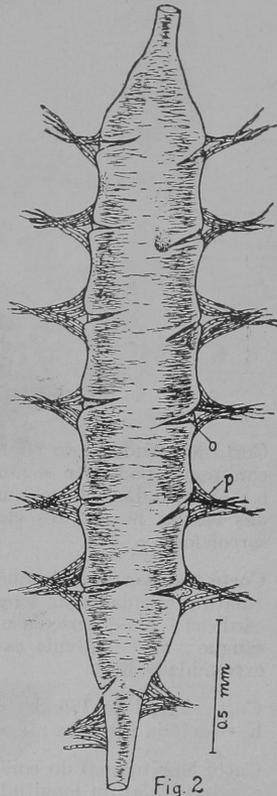


Fig. 2

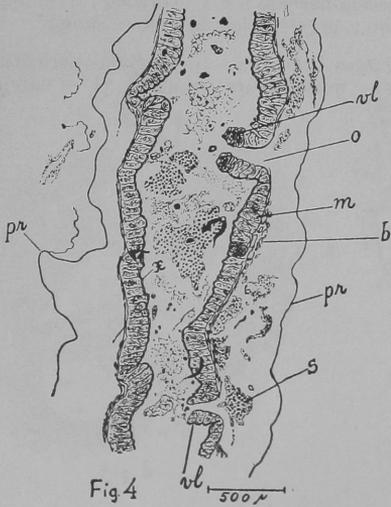


Fig. 4

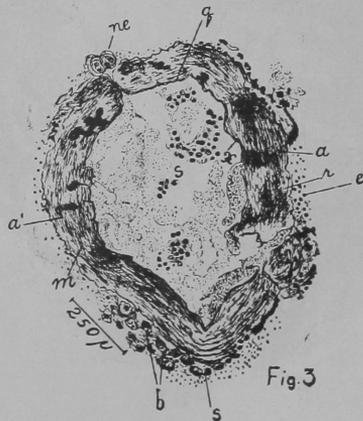


Fig. 3

## ESTAMPA II

- Fig. 5 — Corte longitudinal do coração de *Tityus bahiensis*: b — células pericárdicas com pseudopodes; e — musculatura longitudinal; m — musculatura circular; n — núcleo das células musculares circulares; q — sarcolema; v — vacúolos das células musculares circulares; x — endocárdio. Notar a estriação do sarcolema.
- Fig. 6 — Corte transversal e oblíquo do coração de *Tityus bahiensis*, mostrando a musculatura circular vista longitudinal e transversalmente (m); b — células pericárdicas; e — musculatura longitudinal; ne — nervos epicárdicos; s — sangue; vl — válvula cardíaca vista obliquamente, com tecido areolado na extremidade livre.
- Fig. 7 — Corte sagital de *Tityus bahiensis* recém-nascido: c — coração; f — fígado; h — artéria hepática; i — intestino; pr — pericárdio; s — sangue.
- Fig. 8 — Corte longitudinal do coração de *Tityus bahiensis*: b — células pericárdicas; e — musculatura longitudinal; m — musculatura circular; vl — válvula.

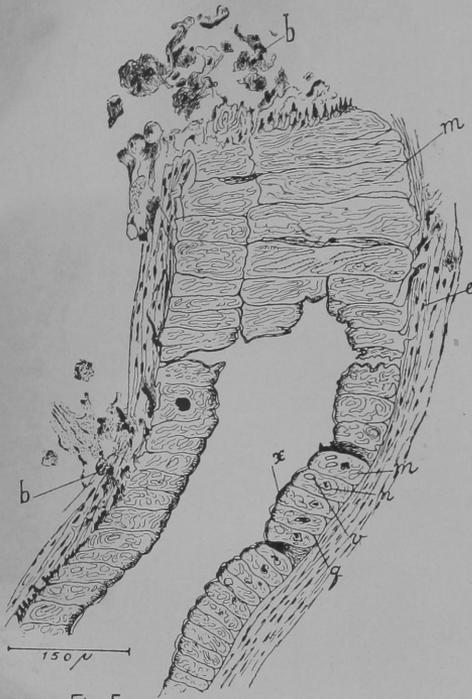


Fig. 5

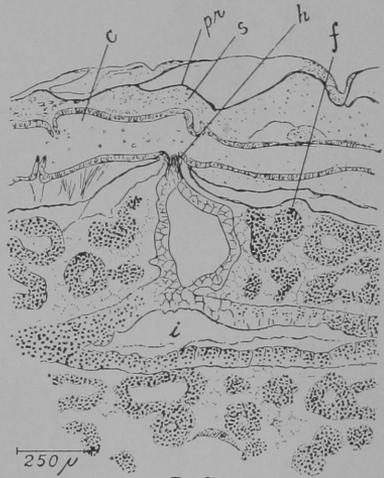


Fig. 7

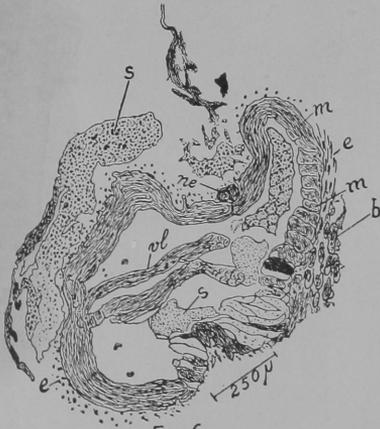


Fig. 6



Fig. 8