

Contribuição para o estudo da Fisiologia do Sistema Circulatório do Anfíbio *Siphonops annulatus* (Mikan)

por

Paulo Sawaya

(12 Figs. no texto)

ÍNDICE

I — INTRODUÇÃO	209
II — METODOS DE PESQUISA	210
III — SINUS VENOSUS SINISTER	211
IV — CIRCULAÇÃO CORONARIA	218
V — CIRCULAÇÃO CUTANEA	221
VI — DISCUSSÃO	224
VII — CONCLUSÕES	228
VIII — SUMMARY	229
IX — LITERATURA	233

I — Introdução

No estudo da morfologia do coração do *Siphonops annulatus* (Mikan) — *Amphibia Gymnophiona* — recentemente realizado (Sawaya 1940, p. 226 e seg.), foi verificada a presença de mais um seio venoso, além do que habitualmente faz parte do conjunto de cavidades do coração dos Anfíbios em geral. A forma, a situação e as disposições peculiares desse seio venoso, então denominado *sinus venosus sinister*, foram descritas sumariamente. Continuando a série de pesquisas sobre o sis-

tema circulatório do referido animal, tanto sob o ponto de vista da morfologia como da fisiologia, foi-me possível precisar melhor as relações do aludido sinus venosus sinister principalmente com o complexo sinu-atrial, um dos pontos que requeria melhor e mais demorado reparo.

Por outro lado, à vista do material disponível, foi também abordada a questão, não menos importante, do sistema coronario cardíaco, o qual, como se verá oportunamente, mantém com ambos os sinus conexões muito íntimas. Ainda mais, no decurso destas pesquisas, tendo feito, muitíssimas vezes, observações em animais vivos, com e sem injeção post-vital, julguei oportuno estender as minhas investigações à circulação cutânea, visto o material prestar-se excepcionalmente às mesmas.

No presente trabalho pretendo expôr os resultados conseguidos, dos quais, alguns, principalmente os relativos à anatomia funcional do sinus venosus sinister e à dos vasos coronarios, talvez sejam completamente novos. Realmente, na literatura compulsada, que compreende cerca de 95 % da existente sobre o *Siphonops annulatus*, são falhos os informes precisos sobre os pontos por mim focalizados neste trabalho.

Relativamente à função do sinus venosus sinister e às suas relações com o átrio esquerdo e com o sinus venosus principalis, os primeiros resultados conseguidos com o auxílio de modernos métodos de pesquisa (eletrocardiografia) foram objeto de uma nota preliminar publicada nos Arquivos do Museu Paranaense (Sawaya 1941, p. 131). Da mesma darei um resumo no decorrer do capítulo III.

Agradeço ao assistente de Fisiologia Geral e Animal, Lic. Erasmo Garcia Mendes o auxílio prestado na parte técnica, e à Exma. Sra. D. Lili Ebstein as fotografias aqui inclusas.

II — Métodos de pesquisa

Cêrca de 30 S. an. vivos, em via de regra anestesiados pela uretâna a 10 %, serviram para as experiências. Aproximadamente a metade era constituída de jovens, muitos dos quais pesavam em média de 3 a 5 grs. não ultrapassando, muitas vezes, o tamanho da nossa Minhoca dos jardins. No estudo do sinus venosus sinister adotei o método da perfusão com Ringer para Anfíbios, simples ou contendo carmim ou nankin. Injeções de massa corada (gelatina-cinábrio; nitrato de celulose-acetona-cinábrio) permitiram esclarecer inúmeros pormenores da anatomia do órgão. As vias de perfusão utilizadas foram, em sentido direto, a vena jugularis sinistra, e, em sentido retrógrado, o ventrículo ou o truncus arteriosus. Não obstante a precisão de tais métodos, do exame do animal vivo sob a lupa Greenough é

que logrei maior proveito. A tentativa de aplicação do quimógrafo de Marey resultou na maior parte das vezes improdutivo para o registro das pulsações do sinus venosus sinister. À vista disto, resolvi empregar o electrocardiógrafo, com relativo êxito.

O sistema coronario cardíaco foi estudado principalmente em animais anestesiados, expondo-se o coração através do pericardio. Injeções de Ringer para Anfíbios com carmin ou nankin, através de ambos os seios venosos permitiram bôa preparação das peças. Injeções do mesmo líquido foram adotadas para demonstração da circulação cutânea, fazendo-se a perfusão através do truncus arteriosus ou somente do truncus aorticus. Deste modo, pude observar longamente a circulação nos capilares cutâneos entre os campos anelares e mesmo por entre as glândulas da pele. A transfusão da massa corada fria, seja cellulose-acetona-cinábrio seja unicamente acetona-cinábrio para o estudo destes capilares resultou sempre satisfatória. Com esta técnica, consegui bôas preparações demonstrativas da rede capilar cutânea.

Após injetados os animais ou os órgãos isolados, eram fixados em formol a 4 % ou alcool a 70 %. No caso particular dos corações e da pele valí-me do método de diafanisação segundo Spaltholtz.

Secções do coração coradas pela hematoxilina-eosina ou pelo van Gieson serviram, com proveito, para certificar-me do êxito da técnica empregada, principalmente nos casos em que julguei necessário fazer ligadura dos sinus venosus sinister ou dos troncos coronarios.

III — Sinus venosus sinister

Como já foi dito, no coração do *Siphonops annulatus* (S. an.) existe uma formação, aproximadamente piriforme, saliente no ângulo formado pela base do átrio esquerdo com a do ventrículo. Recebe diretamente a vena jugularis sinistra, aparecendo, quando examinado pela face dorsal, como uma dilatação desse vaso. Tal formação (Fig. n. 1, Svs) acha-se conexa com a base do átrio esquerdo e o sinus venosus principalis (Svp). Adere àquela e, por assim dizer, é continuada pelo s. v. principalis.

De particular interêsse é o comportamento da vena pulmonalis impar em relação ao s. v. sinister. Ainda que dissecada à lupa Greenough, estando o animal anestesiado, nítida é a sua coerência com a parede craneal do referido sinus. Realmente, em prosseguimento às pesquisas anteriores, as várias disseccões desse vaso sob a lupa mostraram tal aderência do mesmo à parede do s. v. sinister que parecia nele desembocar. Tal disposição porém, a ser confirmada, daria ao S. an. uma posição bastante singular entre os

Anfíbios, porquanto, como é sabido, em todos êles, as veias pulmonares derramam o sangue arterializado no átrio esquerdo. Para elucidar esta importante questão, procurei cateterizar a veia pulmonalis impar utilizando um fio de cabelo bêm flexível. Esta operação é relativamente complicada em virtude da v. p. impar formar um ângulo fechado, cavalgando a face craneal do s. v. sinister. Um novo ângulo forma ainda a aludida veia, como mais

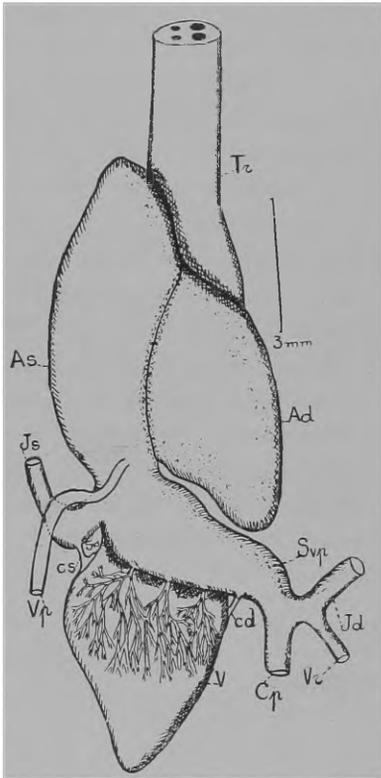


Fig. 1

Coração de *S. an.* visto pela face dorsal (esquema). Ad e As = átrios direito e esquerdo; cd e cs = troncos coronários venosos dextro e sinister; Cp = veia cava posterior; Jd e Js = veias jugulares dextra e sinistra; Svs = sinus venosus sinister; Svp = sinus venosus principalis; Tr = truncus arteriosus; V = ventrículo; Vp = veia pulmonalis impar; Vr = vena renalis.

tarde averiguei, ao penetrar na base do átrio esquerdo. Este último, porém, é de abertura em sentido contrário à do primeiro, i. é, craneal. Deste modo, depois que a v. p. impar cruza dorsalmente a v. jugularis sinistra (Fig. n. 1) descreve ela um u antes de desembocar no átrio esquerdo. Todas as vezes em que a cateterização foi conseguida, a ponta do fio salientou-se na cavidade do átrio esquerdo e não na do s. v. sinister.

Vali-me também do método de perfusão de Ringer corado, introduzindo em 3 Siphonops a cânula na v. p. impar. À pressão do êmbolo da seringa, em duas vezes foi possível verificar o fluxo do líquido no átrio referido. Como se sabe, as paredes de ambos os átrios são rendilhadas e transparentes, o que permite bôa visibilidade da fluxão do líquido colorido no interior.

Destas experiências resulta que a v. p. impar desemboca não no s. v. sinister, mas no átrio esquerdo. Para confirmação deste fáto, fiz a fixação de uma série de corações (8) em Zenker, tendo tomado como ponto de reparo fios de cabelo introduzidos, em alguns, no s. v. sinister, e em outros, na v. p. impar. Uma vez distinguidos os fios dentro do átrio esquerdo ou do s. v. sinister, com o auxílio da lupa eram os mesmos amarrados

aos vasos respetivos (v. p. impar ou jugularis sinistra) e, assim, impossibilitados de escapar. Utilizando o método de Peterfi para a inclusão, os fios mantiveram-se na posição primitiva. Numa secção longitudinal do cora-

ção. (Fig. 2, Vpi) vê-se o orifício de desembocadura da v. p. impar no átrio esquerdo. Fica assim demonstrado que, na realidade, o sangue arterializado procedente dos pulmões transita pela v. p. impar, sendo lançado por intermédio deste vaso diretamente no átrio esquerdo. Durante o percurso, como disse, a v. p. impar, na sua porção terminal, adere intimamente à parede do s. v. sinister na sua face craneal logo depois de ter cruzado, dorsalmente, a v. jugularis sinistra.

Como acima referí, as relações da v. p. impar com s. v. sinister são tão estreitas que, no início destes meus estudos, supúis que o sangue proveniente dos pulmões, para atingir o átrio esquerdo, devesse transitar primeiramente por ambos os sinus sinister e principalis (1940, p. 243). Os resultados agora

Fig. 2

Secção longitudinal do coração de *S. an.* Ad e As = átrios dextro e sinistro; Svs = sinus venosus sinister; V = ventrículo; Vpi = vena pulmonalis impar. (van Gieson. Microfoto-Leitz).



conseguidos indicam, porém, que, ao contrário, o sangue arterializado vai diretamente àquele átrio, como é habitual nos Anfíbios. A disposição antes lembrada ocorre realmente nos *Gymnophionos*, mas durante a vida larvária. De fato, segundo Marcus (1935, p. 97), ao tratar da transição do coração branquial dos Peixes para o pulmonar, no estágio 35, no *Hypogophis* a v. pulmonar ainda desemboca no sinus venosus; forma-se depois um tubo adicional e passa, então, a abrir-se no átrio esquerdo. As suas figuras (id ibidem fig. 5 a-c) são muito elucidativas e esclarecem muito bem este ponto da conexão da v. pulmonar com o grande seio venoso. Embora faltem investigações sobre a embriologia do *S. an.* é de se presumir que na larva deste animal existam as mesmas condições como em *Hypogophis*. Daí, talvez, a aderência da v. pulmonalis impar com o s. v. sinister, de tal

modo íntima, que, da primeira vez me pareceu, sob a lupa, serem as relações de ambos os órgãos de continuidade e não de contiguidade como agora foi verificado.

As experiências aqui realizadas demonstram e os preparadouros microscópicos confirmam que no *S. an.*, como nos demais *Gymnophiona*, a v. p. ímpar desemboca no átrio esquerdo. Para os *Gymnophiona*, em particular, esta conclusão concorda com o que Wiedersheim (1879, p. 83), Schilling (1935, p. 61, v. P) e Acolat (1938, p. 11 Fig. 8) referem a respeito.

Não sem interêsse veem a ser também as relações do s. v. sinister com o s. v. principalis e deste com o átrio direito.

Já foi mencionado que o s. v. sinister se apresenta piriforme (Fig. n. 1) com o ápice dirigido craneal e lateralmente e formado pela porção proximal da v. jugularis sinistra. A base da pêra fica proximalmente ao coração e mostra aí uma constricção, muito curta, que se continúa com o s. v. principalis. Internamente, de conformidade com as inúmeras secções microscópicas obtidas, verifica-se que, na realidade, o s. v. sinister se continúa com o s. v. principalis. À constricção da base que se nota externamente, corresponde uma constricção interna caracterizada pelo repentino espessamento das paredes do sinus (Fig. n. 3, Svs). Tal espessamento acentua-se ao nível da

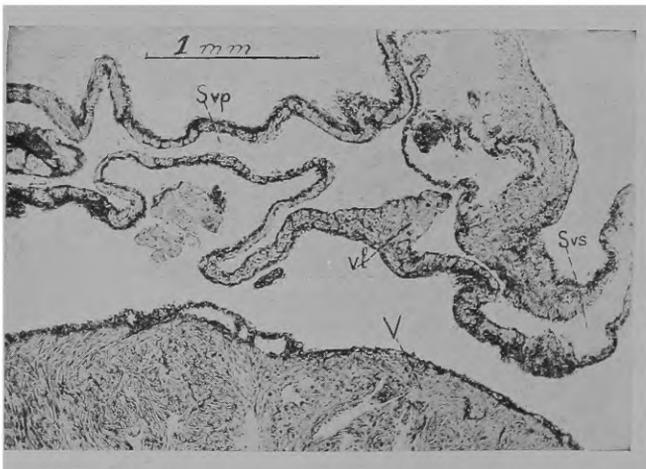


Fig. 3

Secção transversal do sinus venosus principalis (Svp) e do sinus venosus sinister (Svs) mostrando a comunicação entre ambos. O óstio do s. v. sinister é guardado por uma válvula (vl). Veem-se também o ventrículo (V) e os vasos coronários (van Gieson-Leitz).

desembocadura de um seio no outro. O canal de comunicação entre os dois seios é estreitíssimo, mas, no momento em que se abre no s. v. principalis, dilata-se subitamente tornando-se bastante amplo. Ao nível desta dilatação, é o ostium no s. v. principalis guarnecido por uma válvula de parede espessa (Fig. 3, vl). Segundo as minhas observações em animais vivos, tal válvula regula o escoamento do sangue para o grande sinus. Esta válvula é também evidente quando se examina a desembocadura do s. v. sinister no s. v. principalis através do átrio direito seccionado transversalmente. Tal disposi-

ção é claramente perceptível na Fig. n. 9. I, oss, publicada no trabalho anterior (Sawaya 1940, p. 238). Pelo exame daquela preparação como na da que deu origem à Fig. 3 aqui anexa, é de se inferir que a aludida válvula sinu-sinusal, com seus movimentos, pode obliterar completamente o orifício de desembocadura do s. v. sinister evitando, assim, o regorgitamento do sangue na v. jugularis sinistra. Assim se explica também, quero crêr, a dificuldade em fazer passar um fio do s. v. sinister para o s. v. principalis, como várias vezes foi tentado ineficazmente. No exame dos animais jovens vivos, rebatendo se o ventrículo cranealmente, expondo-se assim os seios, é possível com maior clareza seguir o movimento da corrente sanguínea através dos mesmos e divisar os movimentos desta válvula.

O s. v. principalis antes de desembocar no átrio direito (Fig. n. 4, Svp) dilata-se bastante. Dentro desta dilatação é que se encontra o orifício de

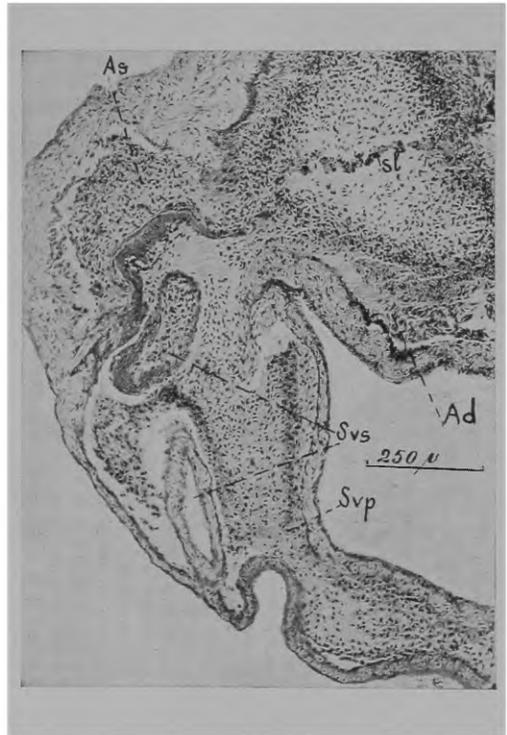


Fig. 4

Secção transversal dos átrios e do sinus venosus principalis de *S. an.* Indicações das figuras anteriores, mais
sl = endosepto atrial.

abertura do s. v. sinister (Svs). A seguir, ha um estreitamento bem pronunciado das paredes do s. v. principalis, deixando apenas uma passagem muito estreita, para o sangue ser lançado no átrio direito. E' bem nítida na Fig. n. 4 tal passagem, que faz comunicar o s. v. principalis diretamente com o átrio direito, sendo também demonstrativa a presença, na referida figura, do septo endoatrial (sl) que separa as correntes sanguíneas nos dois átrios.

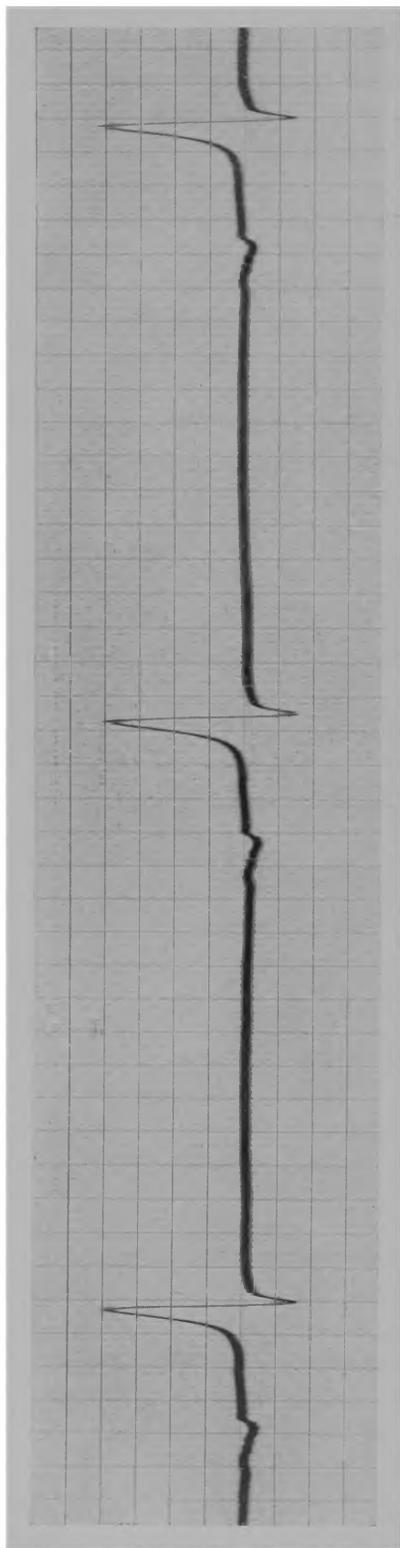


Fig. 5 — Eletrocardiograma de *S. an.*

Dadas as disposições ha pouco descritas, e agora confirmadas pelo estudo das secções microscópicas, o trânsito intracardíaco do sangue é o seguinte: o sangue venoso procedente do organismo chega aos seios venosos principais e sinister, principalmente através das veias renalis, cava posterior, jugularis dextra e sinistra (como adiante se verá, nos seios veem desembocar também os vasos venosos coronários); daí, após as sístoles sinusais é lançado no átrio direito do qual passa para o ventrículo e deste, através do conus arteriosus penetra no truncus arteriosus, sendo levado para os pulmões, por meio das artérias pulmonares direita e esquerda. Dos pulmões, volta pelas veias pulmonares, direita e esquerda, as quais confluem formando a vena pulmonalis impar. Por meio deste vaso, o sangue é levado para o átrio esquerdo, passando a seguir para o ventrículo e, deste, através do conus, transita pelo truncus arteriosus penetrando nas duas aortas, direita e esquerda.

Durante o percurso intracardíaco, distinguem-se sístoles e diastoles dos seios; dos átrios e do ventrículo, em intervalos de tempos desiguais.

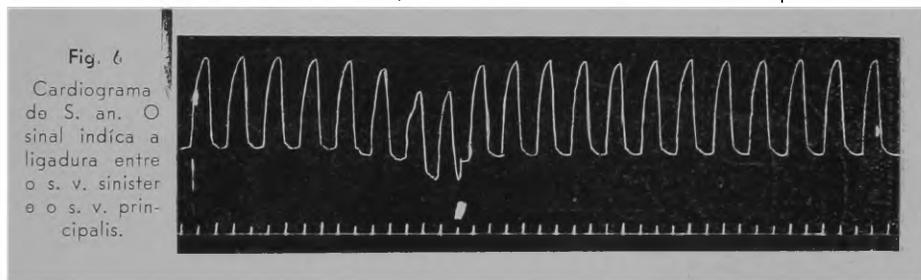
Pelo que acaba de ser descrito deduz-se que no coração do *S. an.* ha uma nítida separação fisiológica do sangue hematosado do venoso. Devo anotar ainda, que para isto também concorre a singular disposição anatômica do septo endoatrial. De fato, no *S. an.* como em outros *Gymnophiona* (*Ichthyophis* e *Hypogeophis* segundo Acolat 1939, p. 7) uma parte do bordo caudal desse septo insere-se na cúpula da válvula átrio-ventricular ficando, porém, livre a parte mediana de tal bordo. Esta disposição propicia

uma oclusão da via do sangue venoso quando o sangue hamatosado passa para o ventrículo e vice-versa.

Reconhecida a existência de um sinus venosus sinister, e agora a sua conexão com o s. v. principalis e o átrio esquerdo, pareceu-me de interêsse verificar qual a parte que toma, no complexo do funcionamento do coração do S. an., esse segundo seio venoso. Para isso, tentei o uso do eletrocardiografo.

Aberto o animal, foi exteriorisado o coração através da incisura do pericárdio sendo os eletrodos colocados na posição base-apex. A Fig. n. 5 mostra o eletrocardiograma (*) no qual é patente a **P** negativa com um dos ramos provido de pequenos acidentes. Estes foram constantes em todos os ecg., e por êles foram responsabilizadas as contracções dos sinus.

Em uma segunda série de experiências efetuei as seguintes ligaduras: inter-sinus, sinu-atrial e átrio-ventricular. Os respectivos ecg., assim como aqueles em que as ligaduras se procederam em sentido inverso, apenas indi-



caram que os aludidos acidentes da onda **P** desaparecem após a ligadura sinuatrial. Foi tentada, a seguir, a secção seriada das diversas partes do coração eliminando, sucessivamente, tanto no sentido s. v. sinister-ventrículo como no contrário. O isolamento, por este processo, do s. v. sinister não trazia modificações, i. é, o ecg. não acusava batimentos deste seio não obstante serem êles perceptíveis sob a lupa. Quero crêr que tais resultados negativos corram por conta de defeitos de técnica, tanto da imperfeição dos electrodos como do insuficiente poder amplificador do aparelho. Do exame dos vários ecg., pode-se, porém, deduzir que ha modificação do ritmo dos batimentos cardíacos após a ligadura do s. v. sinister. O coração separado desse sinus tem uma frequência menor, i. é, passa de 30 batimentos por minuto para 25, em média. Tal resultado foi constante em todas as experiências e concorda até certo

(*) Cumpre-me agradecer ao Dr. Dante Pazzanese o grande auxílio dispensado na obtenção dos ecg. do S. an. com os aparelhos do Serviço de Cardiologia do Hospital Municipal.

ponto com o obtido com o auxílio do quimógrafo de Merey, na ligadura entre um e outro seio. Como se vê no gráfico anexo (Fig. n. 6) após tal ligadura ha uma diminuição da frequência das pulsações cardíacas.

IV — Circulação coronária

O s. v. sinister e o principalis recebem sangue venoso de outros vasos aiém daqueles já mencionados. Na face ventral da base do s. v. sinister veem desembocar geralmente de 1-3 vasos de ca. 1 mm de extensão e mm 0,1 de calibre, que partem da base ventricular, justamente no ângulo que ela faz com a parede lateral do conus arteriosus (Fig. n. 7-10). Estes pequeninos vasos resultam da confluência de inúmeros outros capilares que proveem da metade esquerda anterior e posterior da parede ventricular.

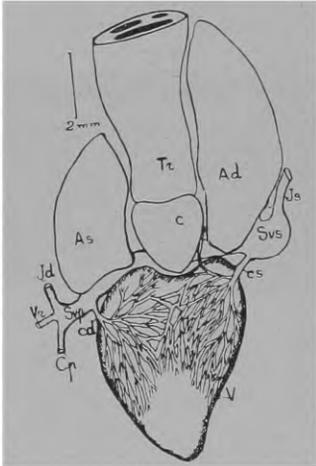


Fig. 7

Coração de *S. an.* visto pela face ventral vendo-se os troncos coronarios dir. e esq. (cd e cs). Indicações da fig. 1, mais c = conus arteriosus.

Sob a lupa pode-se notar perfeitamente, durante as pulsações do seio, o fluxo das ondas sanguíneas que vão dos capilares para os citados vasos. Estas ondas são intermitentes e seguem o ritmo ventricular sistólico, i. é, a cada sístole da câmara a onda sanguínea progride nos vasinhos. A rêde capilar que lhes dá origem acha-se engastada na parede miocárdica.

São geralmente em número de três os troncos venosos coronários do lado esquerdo. Da base ventricular êles se alçam para a base do s. v. sinister, de modo que entre êles e a parede lateral do conus fica um espaço triangular. Por este espaço foi possível passar um fio, ligando assim os troncos referidos. O número de tais troncos deste lado pode reduzir-se a dois ou a um único. Esta última disposição é mais frequente nos animais adultos. Neste caso, i. é,

quando ha um único tronco coronário esquerdo o seu calibre atinge à cerca de mm 0,5 e a extensão livre de 2 mm.

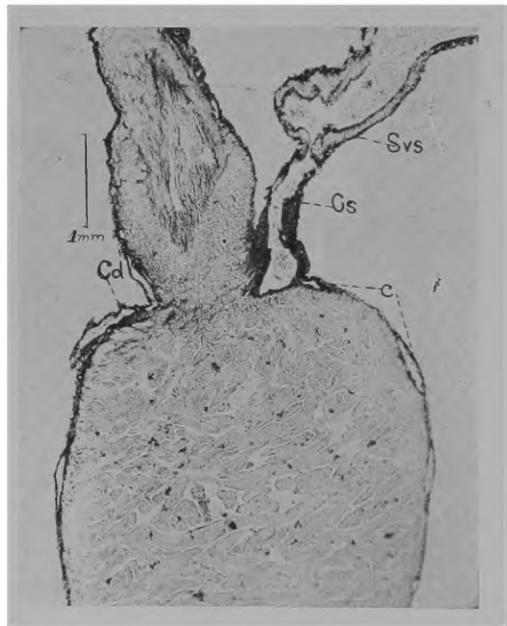
Não raramente um outro tronco coronário corre aderente ao ângulo que faz a face esquerda do conus com a base ventricular, contorna este ângulo para desembocar no s. v. principalis. Outras vezes, este tronco mencionado recebe um ramo craneal que se dirige rostralmente no sulco que forma o átrio esquerdo com a parede lateral do conus e a do truncus. Este ramo, no seu percurso ultrapassa o ápice do átrio esquerdo e, sempre

aderente à parede lateral do truncus, chega até a ramificação dos vasos trunculares. No seu trajeto recebe mínimos capilares tanto do conus como do truncus e do átrio (Fig. n. 10).

Identicamente, da outra metade do coração, tanto ventral como dorsalmente, confluem numerosos capilares que se reúnem ao nível do ângulo formado pela base ventricular com a face direita do conus arteriosus, constituindo-se também um tronco coronário venoso direito (Fig. n. 8-10, Cd). Este vaso, de menor calibre que os homônimos esquerdos, adere em geral à parede dorsal do conus e vai desembocar no s. v. principalis. Também, como os do lado contrário, este tronco coronário, a que se poderia chamar de principal direito, delimita com a base ventricular e a parede do conus do

Fig. 8

Secção longitudinal do coração de *S. an.* c = vasos coronários da parede do ventrículo; Cd e Cs = troncos coronários dextro e sinistro; Svs = sinus venosus sinister. (van Gieson-Microfoto-Leitz).



mesmo lado, um espaço triangular pelo qual se pode passar um fio possibilitando, assim, a ligadura do referido tronco. Além deste vaso coronário principal, com muita frequência ocorre um outro que adere à parede do conus e do truncus (Fig. 10) dela recebendo no seu percurso inúmeros capilares. Por outro lado, a rede capilar coronária da face dorsal da metade direita é muito densa. Os ramusculos venosos interanastomosados convergem para a base ventricular, de onde partem de 4-5 pequeninos troncos capilares de calibre muito mais reduzido que o dos já descritos. Estes troncos dirigem-se ao s. v. principalis onde desembocam. Poderiam tais troncos ser chamados de coronários acessórios (Fig. 1).

A presença de vasos coronários no coração dos Anfíbios já tem sido objeto de discussão. Alguns autores chegaram a afirmar (E. Th. v. Brücke 1925, p. 1032, entre outros), que o coração destes animais, contrariamente ao dos Peixes, carece de uma circulação coronária. Tal afirmativa acha-se em contradição com aquela de Hyrtl que em 1854 assegurava ser sómente o bulbus cordis provido de vasos. Gaupp (1896, p. 268/9) de quem cito o trabalho de Hyrtl, corrobora a asserção deste A. descrevendo, no seu clássico tratado da anatomia da Rã, os vários ramos coronários partindo do bulbus cordis.

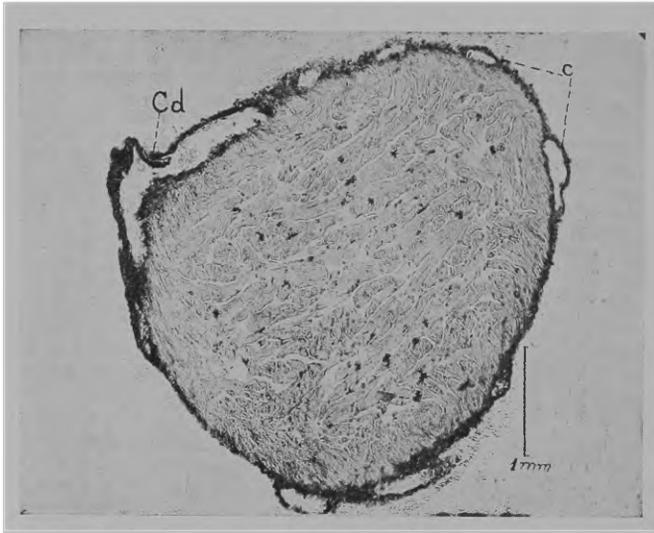


Fig. 9

Secção longitudinal do coração de *S. an.*
Indicações da fig. 8.

Wiedersheim (1879) nos *Gymnophionos* que pesquisou, ao tratar do coração e dos vasos, sem mencionar a espécie, diz que (p. 79), "do bulbus arteriosus se origina uma artéria coronária, enquanto que a veia correspondente perfura a parede cardíaca e desemboca na veia jugular esquerda"

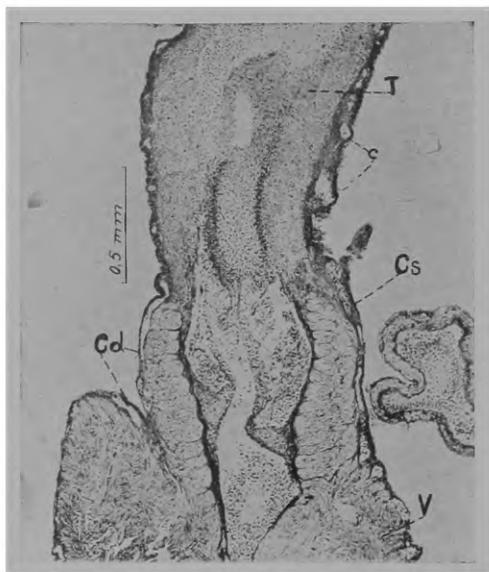
Schilling (1935, p. 65), ao comentar Wiedersheim, nega que em *Hypogeophis* se desenvolva, seja do conus seja do truncus, uma artéria, coronária, mas tal vaso provem das trabéculas da câmara. Para esse A., seria de presumir-se, que pela redução do conus arteriosus nos animais chamados superiores, os vasos coronários passam a originar-se fora do coração, i. é, na aorta caudal.

Como já tive ocasião de referir (Sawaya 1940, p. 242-243), o estudo dos vasos coronários no *S. an.* exige uma técnica especial, que sómente agora me foi dado aplicar em corações tão pequenos como são os do *S. an.* Tanto neste animal como no *Hypogeophis*, e possivelmente em outros *Gymnophiona*, a nutrição do miocárdio faz-se, principalmente, através

das traves do ventrículo, emergindo os capilares venosos coronários na superfície externa da parede muscular (Fig. n. 9, c). Daí vão eles formar os troncos coronários venosos, do lado direito e esquerdo já referidos.

Fig. 10

Secção longitudinal do conus e do truncus arteriosus (T) de *S. an.* Indicações das figs. anteriores.



Em três *S. an.* adultos fiz a oclusão dos troncos venosos coronários principais, por meio das ligaduras já citadas. Os respectivos cardiogramas foram obtidos com o quimógrafo de Marey, deixando os corações pulsarem até a exaustão. Relativamente aos batimentos cardíacos, os gráficos não demonstraram perturbações quando comparados com os normais. O tempo de esgotamento, porém, foi reduzido em dois corações, de um terço e em um, de metade.

V — Circulação cutânea

Durante os estudos da morfologia e da fisiologia do s. v. sinister e do sistema coronário do *S. an.*, como disse, tive oportunidade de utilizar uma série de animais muito jovens. Dada a relativa delgadeza da pele destes *Siphonops*, durante a perfusão cardíaca, era perceptível, claramente, a circulação cutânea do animal. No *S. an.* tal circulação é muito desenvolvida e faz-se por meio de vasos cutâneos que acompanham os contornos das pregas anulares claras e escuras. Há um capilar que margeia o bordo craneal de um campo anular claro e, ramificando-se por entre as glândulas do campo anular escuro subsequente, desfaz-se em uma densa rede; os ramos desta rede convergem para a margem craneal deste campo anular

escuro desembocando em um único capilar marginal. Ao nível das linhas medianas, dorsal e ventral, esse capilar marginal circular emite ora um, ora vários ramusculos que vão ligar-se com o capilar circular da margem caudal do campo escuro subsequente, atravessando assim, portanto, o campo anular claro. Não raro, estes capilares, a que denomino de ligação, também formam em pleno campo claro uma rede capilar, em geral restrita. Outras vezes, principalmente na região mediana do animal, tal rede é densa e apresenta o aspecto de uma palissada (Fig. 11).

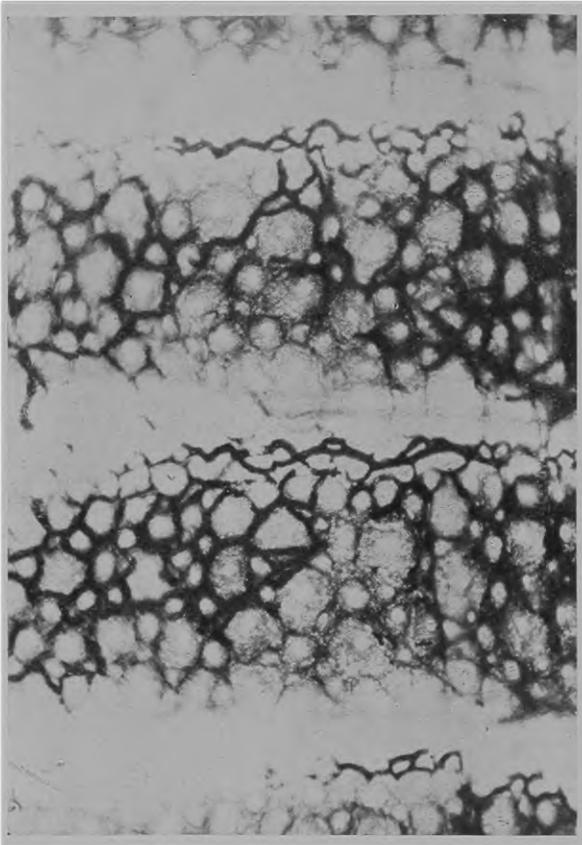


Fig. 11

Preparação total da pele de *S. an.* após a injeção dos capilares com nitrato de celulose-acetona-cinábrio. Nota-se os capilares cutâneos que margeiam os campos escuros e as glândulas dos mesmos. (Micro-foto-Leitz).

A circulação do sangue em dois capilares consecutivos é sempre feita em dois sentidos. Geralmente, no capilar marginal craneal o sangue corre da esquerda para a direita e em sentido contrário no capilar marginal caudal consecutivo (Fig. 12). Por entre as glândulas, portanto no campo anular escuro, pode-se perceber muito bem a densa irrigação sanguínea. As injeções intra vitam de carmim ou nankin, ou as post-mortem de celulose-acetona cinábrio sempre permitiram a percepção do trânsito do sangue nos capilares cutâneos tanto nos campos claros como nos escuros.

Os capilares cutâneos procedem diretamente das aa. vertebrales laterales, ramo das aortas. Tal disposição peculiar no *S. an.* corresponde àquela de vários *Urodela* (Benninghoff 1933, p. 494).

Extensa bibliografia sobre a presença de capilares sanguíneos nos espaços intercelulares da epidérme dos Anfíbios e de outros animais é dada por P. & F. Sarasin (1887/90 p. 57). No *Ichthyophis*, de conformidade com estes AA. (l. c. p. 80-69, t. 8, Fig. 41), como no *S. an.*, a rede capilar cutânea é bastante densa. Os primos Sarasin estabeleceram analogia com o mecanismo da respiração cutânea dos *Annelida*. A troca de gases dar-se-ia por meio da difusão. E' de se observar que a rede capilar aqui referida é sub e não intra-epidérmica como acontece em vários Anfíbios tanto *Anura* como *Urodela* (Noble 1925, p. 361 entre muitos outros).

Além do *Ichthyophis*, entre os *Gymnophiona* sómente em *Typhlonectes* (Furhmann 1921, p. 128) foi demonstrada uma rede capilar cutânea. *S. an.* como acabamos de vêr, também a possui tão desenvolvida quanto os demais agora lembrados. Todas as vezes que se encontra no epitélio ou a ele justaposta uma densa vascularização, ocorre sempre lembrar a função respiratória. Tal função tem sido geralmente atribuída a tais vasos e em *S. an.* ela poderá ser lembrada como o demonstram as experiências de Mendes (neste Boletim p. 297).

Além de permitir a respiração cutânea, os vasos aludidos exercem importante papel na nutrição glândular. Como é sabido, no *S. an.*, a pele é ricamente provida de glândulas tanto mucosas como granulosas (A. Sawaya 1937, p. 271) que secretam substância viscosa contendo um princípio toxico. E' admiravel como, após a extração do veneno mucoso, segundo os métodos usualmente empregados (Sawaya 1940, p. 212) é possível fazer-se, 24 horas depois, nova extração com pleno êxito. Sem dúvida, para isso concorre eficientemente a rede capilar cutânea. Este ponto, aliás, já foi focalizado por P. & F. Sarasin (l. c., p. 67) ao tratarem dos capilares terminais nos espaços intercelulares da epidérme da larva de *I. glutinosus*, dizendo que "sem dúvida servem estes vasos, primeiro para a nutrição das células epidérmicas e em segundo lugar para a respiração cutânea

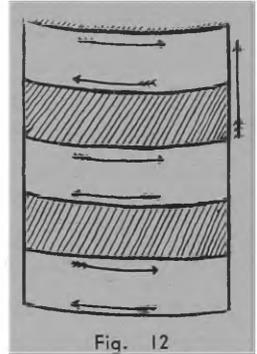


Fig. 12

Esquema dos campos anulares mostrando a direção da corrente sanguínea nos capilares marginais.

VI — Discussão

Levando-se em conta as diversas formações existentes no coração do *S. an.* e o seu funcionamento, pode-se dizer que o mesmo tem uma posição peculiar entre os Anfíbios.

Quanto ao complexo sinu-átrial, a existência de mais um seio venoso além do habitualmente encontrado no coração dos Anfíbios, por si só daria ao *S. an.* aquela posição *sui generis*. É bem conhecida a influência que o seio venoso exerce no funcionamento do coração e o seu automatismo peculiar.

O segundo seio aqui descrito, como disse, também participa em tal funcionamento. O seu assincronismo com o *s. v. principalis*, visível mesmo a olho nú, é bem um índice de tal participação. Até agora, os dados colhidos, principalmente com o auxílio do ecg., apenas permitem afirmar que o concurso do *s. v. sinister* nos batimentos cardíacos se traduz nas modificações da frequência do ritmo. A ligadura ou a secção do *s. v. sinister* determina um retardamento das pulsações do coração do *S. an.* É de se presumir, porém, que o *s. v. sinister* tenha também outra influência ainda não bem esclarecida, talvez por causa da insuficiência dos meios de técnica.

Por outro lado, a presença no orifício de desembocadura do *s. v. sinister* no *s. v. principalis* de uma válvula, coadjuva a suposição há pouco mencionada. Não se trata de uma simples préga do endocárdio. A válvula sinu-sinusal é uma formação espessa, bem desenvolvida. Como se pode notar na Fig. 3, quando ela se fecha, oblitera completamente o orifício de desembocadura do *s. v. sinister*. Sem dúvida, tal válvula serve para impedir a regurgitação do sangue para o *s. v. sinister*, e como resultado, a alternância de pulsação de ambos os seios. Além disso, a aderência tão íntima da porção proximal da vena pulmonalis impar à parede craneal do *s. v. sinister*, imediatamente antes da sua desembocadura na base do átrio esquerdo, faz com que o vaso venoso seja comprimido contra a parede átrial. Este fato, como foi mencionado (Sawaya 1941, p. 134) deve concorrer para que a chegada do sangue hematossado ao átrio esquerdo não coincida com a do sangue venoso no direito. A disposição anatômica agora mencionada, parece-me, condiciona uma separação melhor das duas qualidades de sangue. Corrobora tal opinião ainda, como foi visto, o fato de ser uma parte do bordo caudal do septo endoatrial, a anterior, aderente à cupula da válvula átrio-ventricular. Isto quer dizer que o sangue arterial, chegando ao átrio esquerdo, pela sístole átrial é enviado imediatamente para a câmara não extravasando para o átrio direito. Disposições anatômicas concorrem, pois, à separação fisiológica do sangue.

Na literatura consultada não encontrei referência à presença de um s. v. sinister no *S. an.* Devo notar apenas que Acolat (1939, fig. 3 p. 3) figura, num esquema do coração de *Ichthyophis glutinosus* visto pela face dorsal, a veia jugular esquerda desembocando no s. v. principalis. O seu desenho lembra muito de perto, e até certo ponto, um sinus venosus sinister como o que me foi dado anotar nos inúmeros corações de *S. an.* Ao descrever porém, a anatomia do coração do *Ichthyophis*, Acolat não faz referência ao fato. Possivelmente, tal s. v. sinister ocorre também no *Gymnophiona* de Ceylão.

A aderência do bordo do septo endoatrial à cúpula da válvula átrio-ventricular, não é privativa do *S. an.* O mesmo ocorre também em *Ichthyophis* e em *Hypogeophis* (Acolat l. c., p. 7). Como nestes animais, também em *S. an.* a parte mediana fica livre. Deste modo, o trânsito do sangue venoso e do arterial, em todos estes *Gymnophiona* aqui mencionados, dá-se de modo que o sangue venoso chega diretamente do átrio direito à câmara direita do ventrículo, enquanto que o arterial, guiado pela aderência ao septo endoatrial à válvula átrio-ventricular, e pelos musculos salientes longitudinais, é enviado pelo átrio esquerdo para as traves ventriculares do mesmo lado. Dá-se assim, como no ventrículo dos Anuros, uma efetiva separação das duas correntes sanguíneas (Acolat l. c., p. 8).

A tendência à formação de seios no sistema vascular não é incomum nos *Gymnophiona*. Assim, por ex., em *Hypogeophis*, Marcus (1910, p. 423; 1935 p. 93), assinala a existência de um sinus cephalicus de natureza arterial, comparavel ao que ocorre nos *Selachii* segundo as pesquisas de Raffaele (1892, p. 448). De tal sinus cephalicus partem as arterias mandibulares providas, na sua origem, de processos válvulares. Segundo as pesquisas daquele autor, o sinus cephalicus serve para a mistura do sangue e para a regulação do afluxo sanguíneo pela ligação com o sistema venoso. Sem dúvida o s. v. sinister por mim descrito e o sinus cephalicus assinalado por H. Marcus, não são comparaveis. Este último vem aqui citado apenas para mostrar a frequência de tais formações nos *Gymnophiona*.

Relativamente à circulação coronária, apenas em Wiedersheim (1879, p. 79 t. XII Fig. 82) encontro sumariamente descritos e figurados os vasos em *S. an.* O autor assevera que a artéria coronária se origina no bulbus arteriosus. Em Schilling (1935, p. 65) há uma nota, também sumária, na qual afirma que aa. coronárias no *Hypogeophis* proveem das traves musculares da câmara, e ha uma figura (Fig. 8, p. 65) em que se pode vêr a procedência das mesmas. Desta última vale-se H. Marcus (1935, p. 102)

para dizer que, neste *Gymnophiona*, os vasos coronários teem origem nas fendas existentes entre os musculos papilares da câmara, aos quais se sobrepõem fibras elásticas. Encontram-se também, diz o mesmo autor, abaixo do conus, saindo e elevando-se da câmara. Se o conus se reduzir e penetrar na câmara, e a aorta se tornar mais caudal, assim se póde explicar a mudança da origem dos vasos coronários que da câmara passam a provir do bulbus.

Nos meus numerosos preparados não me foi possível divisar uma artéria coronária emanando do bulbus ou conus arteriosus. A sua existência, porém, não pode ser negada, dada a dificuldade de se encontrar numa série de córtes um pertúito tão pequeno como deve ser o da referida artéria. Todavia, cumpre-me anotar que a tentativa para descoberta do vaso a que Wiedersheim se refere, pela injeção de Ringer corado através do conus foi negativa, ao passo que a perfusão realizada, quer pelo s. v. sinister quer pelo s. v. principalis foi de pleno êxito. Além disso, por uma ligeira tração do ventrículo preso pelo frenulum, o animal anestesiado, com o coração exposto através do pericardio, vê-se perfeitamente sob a lupa emergir, nos capilares coronários, o sangue procedente das fendas que se encontram entre as traves musculares intraventriculares. Particularmente nos animais jovens, com esta simples manobra é possível perceber a procedência dos capilares coronários. No cóрте representado pela Fig. n. 9 são bem evidentes tais capilares na superfície da parede ventricular. A julgar pela Fig. n. 16 de Schilling (l. c. p. 55), também em *Hypogeophis*, os vasos coronários afloram à superfície ventricular não formando uma densa rêde como no *S. an.*, mas constituindo capilares isolados.

A disposição dos vasos coronários que encontrei no lado esquerdo do coração, i. é, confluindo para a base do ventrículo, e formando um tronco venoso que vai desembocar no s. v. sinister (fig. 10, cs), corresponde àquela aludida por Wiedersheim (l. c., p. 79).

Em todos os corações que tive oportunidade de examinar segundo os métodos já mencionados e, muito principalmente nos dos animais vivos, o *S. an.* possui unicamente vasos coronários venosos e não arteriais como afirma em parte Wiedersheim. Marcus e Schilling sempre se referem a vasos coronários, não precisando, porém, a sua espécie. Assim sendo, quero crêr que a disposição dos vasos coronários do *Siphonops*, até certo ponto, vem em apóio da opinião de H. Marcus acima exposta. O *S. an.* tem um conus arteriosus mais curto que os demais *Gymnophiona*, e assim deveria ser provido, como realmente o é, de uma rêde coronária densa, constituindo troncos coronários venosos independentes. É justamente o que acontece nestes animais.

Por outro lado, a disposição dos referidos vasos dá ainda ao coração do *S. an.* a posição intermédia entre os Peixes e os demais Vertebrados. Seria, no dizer de H. Marcus, a transição entre o coração branquial dos Selacios e o pulmonar dos Peixes, como já foi referido anteriormente (Sawaya 1940, p. 243).

As experiências realizadas para demonstrar a influência de tais vasos no funcionamento do coração demonstraram que, após a ligadura dos troncos coronários, a exaustão cardíaca se dá mais rapidamente, o que é bem compreensível.

Quanto à rede capilar cutânea, além do que foi já mencionado à p. 223 acresce lembrar que até agora, pelo menos pelo que pude depreender da literatura à mão, sómente nos *Gymnophiona* aquáticos é que se assegura a existência de uma tal respiração intensiva. Como disse, Fuhrmann (1913, p. 128) assinala na pele de *Typhlonectes* numerosos capilares inter-epidêrmicos cuja função essencial é a respiração, e na larva de *Ichthyophis* P. & F. Sarasin (1887/90, p. 67) também mencionam e figuram (t. 8 Fig. 41) a ramificação de capilares sanguíneos nos espaços intercelulares da epiderme. Segundo estes AA. tais capilares serviriam para nutrição das células epidérmicas e para a respiração cutânea. Identicamente, em *S. an.* como foi visto, tal como em *Ichthyophis* adulto e em *Typhlonectes*, existe uma compacta rede capilar inter-epidérmica cuja função também deve ser a nutrição das células epidérmicas e das glândulas e a respiração cutânea.

Sobre este ponto, apráz-me notar aqui a semelhança do que ocorre em *S. an.* e em *Typhlonectes*. Em ambos estes *Gymnophiona* a rede capilar inter-epidérmica é cerrada, emitindo de quando em vez alças capilares que chegam a salientar-se no epitélio. A epiderme destes *Gymnophiona* é relativamente delgada, contendo de 3 a 7 câmadass de células. Compreende-se pois que, nos pontos em que as alças epiteliais se elevam, possa haver uma troca de gazes com o ambiente através da pele não obstante todos estes animais serem providos de pulmões, sendo bem desenvolvido sempre o direito. O esquerdo é rudimentar em *Siphonops* e em *Ichthyophis*. Como é sabido, a respiração dos Anfíbios não depende unicamente da presença, da ausência ou do desenvolvimento dos pulmões, e nem mesmo da densidade de uma rede capilar cutânea. Para Noble (1925, p. 364), a respiração dos Urodelos não seria dependente apenas da presença ou ausência dos pulmões, do tamanho dos capilares cutâneos, do seu número e proximidade da superfície. Os cinco fatores

seguintes também entram em consideração: 1) frialdade da água; 2) leveza da água; 3) abundância da vegetação no "habitat"; 4) respiração buco-faríngea na água ou no ar; 5) tamanho do animal. Embora *S. an.* não tenha hábito aquático, já foi dito (Sawaya 1937 p. 250) que vive em terra fôfa e ligeiramente húmida. Poder-se-á pois levar em conta o primeiro fator considerado. O quarto fator é também ponderável, e este ponto constituirá objeto principal das investigações de Mendes (vêr este Boletim p. 297). Finalmente, quanto ao ponto 5 de Noble, em *S. an.* a rêde capilar cutânea é mais compacta nos jovens nos quais primeiro me foi dado observar a circulação cutânea. O epitélio da péle destes *Siphonops* possui, em geral, três câmaras de células. Tal delgadeza favoreceu extraordinariamente o estudo da circulação cutânea, e, sem dúvida uma troca de gases através de uma tal epiderme existe, como aliás, foi demonstrado por Mendes (l. c.).

Não obstante pertencerem os *Siphonops* à categoria de animais aéreos, devem ser catalogados entre os da terra húmida (Hesse 1924, p. 27-50). Ora, visto as quantidades de oxigênio disponível na água serem muito pequenas e variarem com a temperatura para a água em equilíbrio com a atmosfera (Krogh 1941, p. 12), é natural que os *Siphonops* disponham de outros meios de absorção do oxigênio além dos pulmões e, principalmente, de um tão eficiente como parece ser o da respiração cutânea.

Finalmente, releva ainda notar que a ocorrência de epitélios vascularizados, faz lembrar, em primeiro lugar, uma função respiratória. Todavia, nem sempre esta função poderá ser invocada, principalmente nos casos dos capilares intra-epiteliais de determinados órgãos por onde não circula livremente o ar, como na uretra masculina humana em cujo epitélio, foram demonstrados por Sawaya & Sousa (1931 pp. 15-22). Em tais epitélios, como também no da péle do *S. an.* o papel da nutrição do epitélio e das glândulas deve ser levado em conta.

VII — Conclusões

1 As comunicações entre o sinus venosus sinister e o sinus venosus principalis do coração do *Siphonops annulatus* faz-se por um estreito canal cujo orifício de abertura no s. v. principalis é provido de uma válvula espessa.

2. É notável um assincronismo das pulsações de ambos os sinus.

3 A ligadura entre o s. v. sinister e o s. v. principalis tem como consequência uma diminuição da frequência das pulsações cardíacas.

4 O eletrocardiograma do *S. an.* apresenta uma onda **P** negativa, com acidentes em um dos ramos. Estes acidentes são constantes e, provavelmente, de origem sinusal.

5 A vena pulmonalis impar no *S. an.* como em todos os Anfíbios, desemboca no átrio esquerdo. A sua íntima conexão com o s. v. sinister e o ângulo que faz ao penetrar no atrio concorrem para que o sangue hematizado chegue, alternadamente com o venoso, a cada um dos respectivos átrios.

6. Para a separação das duas qualidades de sangue também concorre a inserção da parte anterior do bordo livre do endosepto átrial à cupula da válvula átrio-ventricular.

7 O sistema coronário do coração do *S. an.* é constituído de capilares venosos que teem origem nas fendas das traves musculares intraventriculares, e formam densas rêdes na superfície da parede do ventrículo. Estes capilares reúnem-se em troncos capilares venosos direitos e esquerdos, que desembocam respetivamente no s. v. sinister e no s. v. principalis. Além destes, ha outros troncos capilares venosos dorsais em conexão com o s. v. principalis.

8. A ligadura simultânea dos troncos venosos capilares principais determina redução do tempo de exaustão do coração.

9 O *S. an.* como o *Ichthyophis* e o *Typhlonectes* é provido de intensa circulação cutânea.

10 Tal circulação é inter-epidérmica e destina-se à nutrição das células da epiderme e das glândulas, auxiliando também a respiração do animal.

VIII — Summary

SINUS VENOSUS SINISTER

The heart of *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona) possesses besides the common sinus venosus generally found in the heart of all Amphibians a second one into which the vena *julgaris sinistra* enters. A ventral view of the heart (Fig. 7 Svs) shows this small sinus appearing in the angle between the left atrium and the ventricular base. This new sinus was called (Sawaya 1940, p. 226) sinus venosus sinister and the big normal sinus nominated sinus venosus principalis (Svs, Svp). The communication of both sinuses is accomplished by a narrow canal. The ostium of the sinus venosus sinister is guarded by a large single flap valve (Fig. 3, vl) that prevents regurgitation of the blood from the large sinus to the small one. It lies to the right of the ostium. Several experiments were carried on

to demonstrate the connections between the s. v. principalis and the atria. Sounding the first and the vena pulmonalis impar with a hair; perfusion with Ringer, Ringer-carmin and Ringer-nanking were generally tried with success. Many times the results of the experiments were controlled by examination of microscopical slides stained by hematoxylin or van Gieson. In Fig. 4 the endoatrial septum (sl) which divides the left from the right atrium is seen. The s. v. principalis (Svp) joins only the latter.

The function of the s. v. sinister is also discussed based on the results of ligatures and sections of some parts of the heart and by kymographic and electrocardiographic records. Fig. 5 represents the normal ecg. of *S. an.* with negative P wave. Some accidents are seen in the left branch of the wave's contour. They are constant but disappear after ligature or section of both sinuses. Living *S. an.* hearts examined under the Greenough microscope allow to distinguish the asynchronism of both sinuses' beatings, but until now it was impossible to obtain the ecg. of the s. v. sinister isolated from the heart. Perhaps, the magnifying of the electrocardiograph was unable to register the pulsations of this sinus. The pulmonary vein (vena pulmonalis impar) lies closely against the cranial wall of the sinus venosus sinister (Fig. 1, Vpi), and anteriorly it actually lies within the wall. It enters the left auricle; at its base (Fig. 1-2, Vpi). The opening is not valved, so that regurgitation of the blood into the vein can only be prevented by contraction of the surrounding muscles of the atrial wall. The v. p. impar by its attachment to the s. v. sinister wall, receives directly the influence of the sinus' beatings. Probably these conditions contribute to the physiological separation of the arterialized from the venous blood in the atria; the blood currents arrive in the left atrium at different times. The atria are separated one from another by a exceedingly thin septum (Fig. 4, sl).

HEART CORONARY CIRCULATION

It is known that the Amphibians's heart, in contrast to that of Fishes, has no well developed coronary circulation. Hyrtl and Gaupp have informed about the coronary vessels of the Frog's bulbus cordis. Wiedersheim has indicated that a coronary artery arises from the conus arteriosus of the *Gymnophiona*, and Schilling recently said that coronary vessels in *Hypogeophis* arise from the groves of the papillar muscles in the ventricle. Like *Hypogeophis*, the coronary vessels of *S. an.* proceed from the groves of the ventricular papillar muscles. However, the ventricle of *S. an.* has a distinct coronary vessel system appearing on the surface as a compact net. These nets capillaries carry out the venous blood from the myocardium to the both sinuses. The capillaries from the left side tend to

the ventricle's base and through 1-3 small blood vessels carry up the venous blood into the s. v. sinister. On the other hand, the capillary nets of the ventricle's right side also run to its base carrying the venous blood through one vessel to the large sinus, that is, the s. v. principalis. Besides these left and right capillary trunci, here called truncus capillaris principalis, in the dorsal surface of the ventricle some secondary capillaries establish a relation between the dorsal coronary capillary system and the s. v. principalis.

By the ligatures of the left and right truncus capillaris principalis the heart of *S. an.* is more rapidly exhausted. There is no difficulty to establish these ligatures, because between the ventricular base, the wall of the conus arteriosus and the capillary truncus there is a triangular space through which it is possible to pass the string.

CUTANEOUS CIRCULATION

I have examined a large series of very young living *S. an.* Attention was paid specially to the vascular supply of the integument. In young *S. an.* the epidermis of the body is no more than three cells deep. There is no penetration of the capillaries into the epidermis, but in young animals the thinness of the epidermis allows to see the capillary system of the integument under the Greenough microscope.

Two marginal capillary vessels run inside the dark circular folds. Each one give off several blood vessels which circulate around the skin glands and join the circular capillary vessel in the opposite margin of the dark fold. These capillary systems of the circular folds are joined by other capillaries rising from those of the marginal ones. The latter run across the white circular fold and join two consecutive systems. Sometimes, the connections between them are formed by capillary nets. In this case, however, these capillary nets of the white circular fold are not as compact as that of the dark circular fold.

Observations of living *S. an.* indicate that the blood current in the marginal capillary vessel runs in two opposite directions. In the cranial marginal capillary the blood goes from the left to the right when the animal is seen from the dorsal surface. (Fig. 12).

The function of these cutaneous vascular systems is also discussed. In the *Gymnophiona* P. & F. Sarasin and Furhmann have written about this subject. These authors recall the part that these vessels take in the nutrition of the epidermic cells and the cutaneous glands, and in helping the respiration. The facts given by Noble (1925, p. 364) concerning the

Amphibians cutaneous respiration must be also considered in the case of *S. an.* which has a clear reduction of the left lung.

Although this animal does not live in the water like *Typhlonectes* it burrows in the earth and this must be moist. We ought to keep those factors in mind, in order that we may more clearly see how close the correlation is between lung reduction and the occurrence of cutaneous circulation by capillaries. 20-30 cm deep ground the air may be very poor in free oxygen. The animal must take the gas from the surrounding water. The moistness of the ground helps its respiration. It is sure, that the integument of these *Gymnophiona* plays a very great role in the respiration, beside the bucco-pharyngeal respiration. Both points will be discussed by Mendes in this paper (see this Bulletin, p. 297).

Finally, the present experiments and observations about the circulation system of *S. an.*, may support the following conclusions:

1 The sinus venosus sinister and the sinus venosus principalis of the heart of *S. an.* are connected by a narrow canal, the ostium of which cavity is protected by a thick valve in the *s. v. principalis*.

2. Both sinuses have clear asynchronism of their beatings.

3. The ligature between both sinuses determines delay of the heart's beatings.

4 The electrocardiogram of *S. an.* possesses a negative P wave, with some accidents in the contour of its left branch. These accidents are probably of sinusal origin.

5. Like in other Amphibians the vena pulmonalis impar joins the left atrium. This connection and that with the *s. v. sinister*, contribute to the alternation of arrival of arterialized and venous blood in the atria.

6. The atrial endoseptum is attached to the atrio-ventricular valve cupula. This fact also assists the separation between both blood qualities.

7 In the *S. an.* heart the coronary vascular system consists of capillary vessel nets visible on the ventricle's surface. Some capillary trunci (1 right and 1-3-left) carry the venous blood from the myocardium to both sinuses. The left truncus enters the *s. v. sinister* and the right one the *sinus v. principalis*. Smaller accessory trunci run from the dorsal wall of the ventricle to the *s. v. principalis*.

8. The ligatures of the truncus capillaris principalis, left and right, produce a delay in the heart beatings.

9 Like *Ichthyophis* and *Typhlonectes S. an.*, integument possesses a compact vascular net supply.

10. This cutaneous vascular supply carries the blood for the nutrition of the epidermic cells and glands, and helps the respiration of *S. an.*

IX — Literatura

- ACOLAT, L. 1939. Variations de l'Appareil Respiratoire et le l'Appareil Circulatoire central des quelques Gymnophiones. C. R. Ass. d'Anatomistes. R. Budapest, pp. 3-15. Nancy.
- BENNINGHOFF, A. 1933. Herz em: Bolk, Göppert, Kallius & Lubosch: Handb. Vergl. Anat. d. Wirbeltiere, v. 6, XII + 854 Berlin & Wien.
- v. BRÜCKE, E. Th. 1925. Die Bewegung der Körpersäfte, em: Winterstein-Handb. d. vergl. Physiologie. v. 1, 1.ª metade, XIII + 1456 pp. Jena.
- FUHRMANN, O. 1912. Le Genre Thyphlonectes. Mém. Soc. neuchâtoise d. Sciences Naturelles, v. 5, pp. 11-138 Neuchâtel.
- GAUPP, E. 1896. A. Ecker's u. R. Wiedersheim's Anatomie der Frosches. 3.ª pt. 2.ª ed., XI + 961 pp. Braunschweig.
- HESSE, R. 1924. Tiergeographie aut Ökologischer Grundlage. XII + 613 pp. Jena.
- KROGH, A. 1941. The Comparative Physiology of Respiratory Mechanism 172 pp. Philadelphia, Pa.
- MARCUS, H. 1910. Beiträge zur Kenntnis der Gymnophionen. IV Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfs. II Teil. Festschrift z. R. Hertwig, v. 2, pp. 373-462 t. 24-25. Jena.
- 1935. Zur Stammesgeschichte des Herzens. Beitr. XXIV B. Morph. Jahrb. v. 76, f. 1, pp. 92-103 Leipzig.
- MENDES, E. G. 1941. Sobre a respiração (esofágica, traqueal e cutânea) do *Siphonops annulatus*, Bol. Fac. Fil. Cienc., Letr. Univ. S. Paulo XXII, Zoologia n. 5, pp. 283-304. S. Paulo.
- NOBLE, G. K. 1925. The integumentary, pulmonary, and cardiac modifications correlated with increased cutaneous respiration in the Amphibia. A solution of the 'hairy-frog' problem. Journ. Morph. v. 40, n. 2, pp. 341-416 Philadelphia, Pa.
- RAFFAELE, F. 1892. Ricerche sullo sviluppo del sistema vascolare nei Selacei. Mitt. Zool. Neapel. v. 10, fasc. 3, pp. 441-479 t. 29-31, Berlin.
- SARASIN, P & F. 1887/90. Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie d. Ceylonischen Blindwühle *Ichthyophis glutinosus*. Ergebn. naturwiss. Forsch. Ceylon, v. 2, p. 3 e 4 363 pp. 24 t. Wiesbaden.
- SAWAYA, A. 1938. Sobre as glândulas cutâneas do *Siphonops annulatus* (Mikan) Bol. Fac. Phil. Sc., Letr. Univ. S. Paulo IV, Zoologia n. 2 pp. 269-286, 3 t. S. Paulo.
- SAWAYA, P. 1937. Sobre o genero *Siphonops* Wagler (1828) — Amphibia-Apoda e com descrição etc. Ibidem I, Zoologia n. 1, pp. 225-257 t. 30-32 S. Paulo.
- 1940. Sobre o veneno das glândulas cutâneas, a secreção e o coração de *Siphonops annulatus*. Ibidem XIX, Zoologia n. 4, pp. 207-270 t. 18-19 S. Paulo.
- 1941. Sobre a presença de um segundo seio venoso no coração de Anfíbio-*Siphonops annulatus* (Mikan). Arquiv. Museu Paranaense v. 1, pp. 131-136. Curitiba.
- SAWAYA, P & SOUSA, O. M. 1931. Contribuições para o estudo da mucosa urethrai humana. Annaes Fac. Medicina de S. Paulo, v. 5, pp. 3-46, 11 t. S. Paulo.
- SCHILLING, C. 1935. Das Herz von *Hypogeophis* und seine Entwicklung. Beitr. XXIV A. Morph. Jahrb. v. 76, f. 1, pp. 52-91. Leipzig.
- WIEDERSHEIM, R. 1879. Die Anatomie der Gymnophionen. 101 pp. 9 t. Jena.