

Sobre a respiração (esofágica, traquéal e cutânea) do *Siphonops annulatus* (Amphibia-Gymnophiona)

POR

ErasmO Garcia Mendes

I.^o Assistente

(Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo
Lab. Fisiologia Geral e Animal — Prof. P. SAWAYA)

(Com 7 figuras no texto)

INDICE

I — INTRODUÇÃO	283
II — MÉTODOS DE ESTUDO	284
III — ARTÉRIAS PULMONARES E SEUS RAMOS	286
IV — CROSSAS AÓRTICAS E SEUS RAMOS	289
V — RESPIRAÇÃO ESOFÁGICA E TRAQUÉAL	293
VI — RESPIRAÇÃO CUTÂNEA	297
VII — COMENTÁRIOS	299
VIII — CONCLUSÕES	301
IX — SUMMARY	301
X — LITERATURA	304

I — Introdução

Com frequência é estabelecida estreita relação entre a anatomia dos Anfíbios e o ambiente em que se mantêm. Em primeira linha contam-se os órgãos respiratórios que nestes animais já foram largamente pesquisados. Embora tidos como animais "aéreos" (Hesse 1924, p. 43) não prescindem de um determinado grau de humidade do ambiente para o curso normal da vida. Entre esses animais incluem-se os *Gymnophiona*, de hábitos endógeos e caracterizados, quanto ao sistema respiratório, por uma sensível redução do pulmão esquerdo. Segundo certos autores (Noble 1925,

entre outros) este fáto acha-se em relação com os chamados órgãos acessórios da respiração, a saber, boca, faringe, péle, etc.

Dadas estas particularidades e principalmente por ainda não se achar elucidada a questão da existência de uma artéria cutânea no *Siphonops annulatus* (S. an.) como recentemente Sawaya (1940, p. 242) indicou, julguei oportuno estudar nesta *Coeciliida* vários pontos referentes, de modo especial, à fisiologia do seu sistema respiratório.

Achando-se à minha disposição a coleção de S. an. vivos do Prof. P. Sawaya, por sugestão do mesmo, foi-me possível iniciar minhas observações estudando o comportamento das artérias pulmonares. À vista dos resultados oriundos, principalmente, do exame de animais vivos, fui levado a pesquisar a chamada respiração esofágica peculiar de muitos *Amphibia* e, até agora, a meu vêr, não anotada naquele animal. Para isso diligenciei em investigar a vascularização do esôfago, sendo conduzido, concomitantemente, ao estudo também da traquéa sobre o mesmo ponto. Os resultados, como se verá adiante, foram promissores e quero crêr que por si só justificariam a presente publicação. Acresce, ainda porém, que ao fazer as minhas observações sobre as aa. pulmonares, utilizando-me de método adequado, verifiquei acentuada discrepância entre a configuração das crossas aórticas do S. an. e aquela figurada por Wiedersheim (1879, p. 80 e t. VIII, fig. 82). Assim pois, extendi meus estudos à anatomia do sistema vascular deste *Gymnophiono* tendo oportunidade de assinalar fatos novos, como oportunamente será relatado.

Finalmente, aproveitando os animais vivos, deliberei comprovar a permeabilidade da péle dos mesmos aos gases da respiração, abordando, assim, em último lugar, a questão da respiração cutânea.

No presente trabalho, darei primeiramente as minhas observações sobre o comportamento das artérias pulmonares e seus ramos e, a seguir, por ser assunto conexo com este, tratarei das crossas aórticas e de seus ramos, depois da respiração esofágica e da traquéal e, finalmente, da respiração cutânea. Estes capítulos serão precedidos de um sobre os métodos de estudo.

II — Métodos de estudo

Foram utilizados 58 S. an., jovens e adultos, de ambos os sexos. Todos foram estudados ainda vivos, anestesiados pela uretâna a 10 % na dose de 1 cc. para os adultos e cc. 0,5, para os jovens. O peso destes variou de 3-6 grs. e o daqueles de 20-30 grs. Feitas as observações, injetavam-se nos animais os vasos sanguíneos, quasi sempre com massa corada, para ulteriores verificações. Somente com esta técnica combinada, i. é, exame do animal

vivo e após injeção endarterial ou endovenosa, é que foi possível elucidar alguns dos pontos por mim focalizados, como por exemplo o percurso dos vasos finos que emanam dos arcos pulmonares, a irrigação do trato digestivo e da traquéa, etc.

As injeções endarteriais foram feitas sempre pelo *truncus arteriosus* muitas vezes com ligadura prévia, ora dos arcos aórticos, ora dos pulmonares. O material utilizado nas injeções constou de gelatina-cinábrio, nitrato de celulose-acetona-cinábrio e branco de prata-essência de terebentina (para contraste radiográfico). Afim de verificar a localização dos capilares na mucosa do esôfago e da traquéa, valí-me também do método de coloração post-vital (Ringer-carmim, Ringer-nankin) segundo a técnica preconizada por Graupner (1934, p. 24).

Em geral, as observações foram realizadas na seguinte ordem: anestesiados os animais, era a seguir praticada uma incisura ao longo da linha mediana ventral, numa extensão compreendida entre as 10.^a e 16.^a pregas anulares a partir da cabeça, abrangendo assim a região precórdial (Sawaya 1940, p. 228). Quando necessário, procurei certificar-me da posição do coração pelo tato, percebendo o choque apexiano ao nível da 13.^a ou 14.^a pregas anulares. Incisada a pele e o tecido muscular subjacente, divide-se o coração através do pericárdio. Seccionado este último, longitudinalmente em toda a sua extensão, o coração é exposto, após a secção do frenulum ventriculi. Com uma solução de Ringer para Anfíbios mantive constantemente humedecido o órgão e as regiões vizinhas durante as observações sob a lupa Greenough, a qual é indispensável visto todo o órgão não ultrapassar de 10-15 mm de comprimento. Nos casos em que se desejou verificar o comportamento dos vasos sanguíneos na região dos arcos viscerais e na intermaxilar, foi a incisura da pele prolongada até a articulação intermandibular inferior.

Após as injeções de massas coradas, os animais foram conservados em álcool a 70 % ou formol a 4 %. Dos injetados post-vitalmente, foram retiradas porções da traquéa e do esôfago para a pesquisa dos capilares, com o auxílio dos cortes histológicos corados pelo van Gieson ou pela hematoxilina-eosina. Em alguns casos, trechos dos mesmos órgãos foram submetidos à diafanização pelo processo de Spaltholtz.

O estudo do comportamento de determinados vasos foi grandemente auxiliado pelo método radiográfico.

Sendo a pesquisa da respiração cutânea em *S. an.* também um dos objetos deste trabalho, procurei verificar neste animal a permeabilidade da pele aos gases, valendo-me, para isso, de um aparelho baseado no princípio utilizado por Klug (cit. por Bethge 1897 p. 700). Do referido aparelho darei descrição no capítulo VI.

Finalmente, cumpre-me agradecer ao prof. Dr. Odorico M. de Sousa, do Departamento de Anatomia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, o grande auxílio dispensado na obtenção das radiografias, e ao prof. Dr. R. Locchi, diretor daquele Departamento, as facilidades para a utilização do aparelho de raios X e da biblioteca do mesmo. À Exma. Sra. d. Lili Ebsstein pela fatura das microfotografias inclusas neste trabalho e ao Sr. João Eufrosino, pelo concurso prestado na parte técnica, extendo os meus agradecimentos.

III — Artérias pulmonares e os seus ramos

(Fig. 1)

No S. an. as artérias pulmonares apresentam uma diferença bem nítida de calibre, sendo mais desenvolvida a do lado direito. Além disso, dentro do *truncus arteriosus*, a artéria pulmonar direita tem a sua origem muito mais próxima ao *conus arteriosus*, enquanto que a esquerda é dele bem distante (Sawaya l. c., p. 240, fig. 5). Ambas as artérias abandonam o *truncus arteriosus* em posição dorso-lateral e imediatamente se encurvam para a região caudal.

Artéria pulmonar direita (Apd). Ao abandonar o *truncus*, dirige-se lateralmente e depois caudalmente formando assim uma crossa. Contorna o bordo do coração do mesmo lado, e, à medida que vai de encontro ao pulmão respetivo, aproxima-se da linha mediana do corpo, a qual atinge ao nível do ápice cardíaco. Logo depois diverge sensivelmente para o lado direito, para se juxtapor à face dorso-lateral do pulmão desse lado a partir de um ponto situado na altura do terço cranial, prolongando-se até a ponta caudal do pulmão. Nesse trajeto juxta-pulmonar, emite vários ramos que penetram no referido órgão. O aspeto oferecido pelo vaso assemelha-se ao de um S com curvaturas, respetivamente, de concavidade medial e lateral.

No seu percurso para o pulmão, o vaso cruza ventralmente a raiz aórtica direita e dorsalmente a veia jugular do mesmo lado. Somente no trecho final é que se aproxima do esôfago e da traquéa os quais, nesta região do corpo, se acham bem deslocados do plano mediano. Como já foi assinalado por Wiedersheim (1879, p. 80), dispõe-se a artéria pulmonar direita nos 2/3 do seu percurso cranial entre o pericárdio e a coluna vertebral.

Pouco depois de ter abandonado o *truncus*, da sua crossa parte um vaso [Fig. 1, (1)] que se dirige cranialmente, sob a parede ventral do esôfago, atingindo um comprimento equivalente em média aos dois terços proximais dos arcos aórticos. Deste vaso saem ramúsculos que penetram na parede do esôfago. Mais caudalmente, do lado medial um outro ramo (2) fornecido

pelo vaso dirige-se cranialmente, cruzando a artéria pelo lado dorsal, indo anastomosar-se com o ramo precedente. Logo a seguir, também do lado medial sai um outro ramo (3) de direção medial e caudal, para as paredes do esôfago. Antes de alcançá-las, ramifica-se em uma série de quatro ramúsculos, os quais, depois de curto trajeto, penetram na parede do referido órgão. Destes ramúsculos, o mais caudal acha-se anastomosado com o 5. que provem diretamente da a. pulmonar. Sempre do lado medial, em posições sucessivamente mais caudais, originam-se ainda desta a. cinco outros vasos, todos aproximando-se do longo eixo do corpo. O primeiro deles (4.) dicotomiza-se, enviando um ramo craneal que se perde na parede ventral esofagiana e outro caudal que atinge a traquéia, onde penetra pela face ventral. O segundo (5.), percorre a face ventral do esôfago em direção rostral e, como foi dito, anastomosa-se com o ramúsculo mais caudal do vaso 3. Finalmente, três últimos partem da a. quando esta já se dispõe ventralmente ao esôfago. Perdem-se na parede deste órgão ou, então, continuam ramificando-se secundariamente até a traquéia, onde penetram. O número e a configuração de tais vasos variam bastante, sendo, porém, constantes quanto ao número, ao trajeto e à ramificação, os dois primeiros (1., 2.) aqui assinalados.

Arteria pulmonar esquerda (Aps.).

Menos longa que a sua homônima do lado direito, a. pulmonar esquerda também se destaca do truncus formando uma crossa antes do tomar a direção do pulmão. No seu trajeto para este cruza, primeiramente, a face ventral da traquéia e logo a seguir adapta-se à superfície ventral do esôfago, sob o qual se

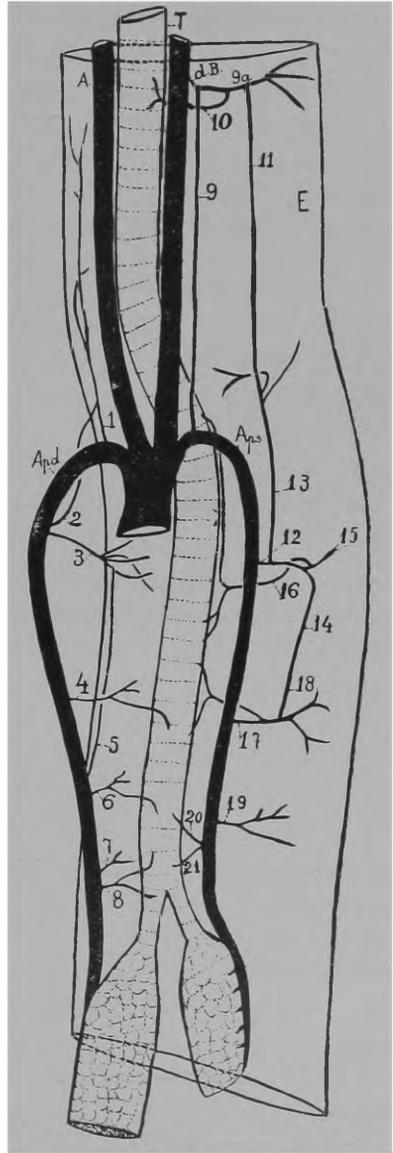


Fig. 1

Artérias pulmonares direita (Apd) e esquerda (Aps) e seus ramos do S. an. A = arcos aórticos; E = esôfago; d. B. = ductus Botalli; T = traquéia; Indicações dos números, no texto.

mantêm até o seu término. A veia jugular esquerda é por ela cruzada no seu percurso. Ao se encurvar caudalmente, o vaso dispõe-se paralelamente à traquéa, da qual é muito próximo ficando assim no sulco formado pelos dois órgãos, como já foi apontado por Wiedersheim (l. c.). Nas imediações do pulmão esquerdo diverge lateralmente para se adaptar à face latero-dorsal pulmonar, a qual é por êle percorrida em toda a sua extensão longitudinal, desde o ápice. A a. propriamente dita, não penetra no órgão, mas a êle se juxtapõe, como a do lado oposto, enviando uma série de ramos que se introduzem no parênquima pulmonar. Vista no conjunto, a a. pulmonar esquerda oferece também o aspecto de um S, mas invertido e de curvaturas muito fracas.

Logo na crossa, muito próximo do ponto de emergência do truncus da a. parte um vaso (9.) que, em linha reta, paralela ao arco aórtico esquerdo, se estende sob a face ventral da traquéa e do esôfago até o terço cranial daquele arco. A seguir dicotomisa-se. O ramo direito (d. B.) é curto e vai anastomosar-se com o arco aórtico esquerdo. Dada a singularidade deste fato, procurei observar, no vivo, o sentido da corrente sanguínea. O sangue vindo do arco aórtico através do ducto d. B., conflúe com o que corre no ramo 9. da a. pulmonar, seguindo a mistura para o segundo ramo 9a. da mesma a. Este segundo ramo (9 a.) tem direção lateral e logo se triparte, penetrando os ramúsculos resultantes nas paredes do esôfago. Antes da tripartição referida, no entretanto, esse ramo lateral (9 a.) emite dois outros. Destes, o primeiro (10.) logo se encurva medialmente, cruza o ramo 9. e o arco aórtico esquerdo, e vai irrigar a traquéa; o segundo (11.) dirige-se caudalmente encostado à parede ventral do esôfago, indo anastomosar-se com o sub-ramo cranial que na figura tem o n. 13.

A seguir, do lado externo da a. pulmonar parte, lateralmente, um segundo vaso (12.) que, logo após a origem, dá o ramo cranial (13.) que se anastomosa com o sub-ramo 11., ha pouco referido. Antes desta anastomose, aquele ramo (13.) emite ramúsculos para a parede do esôfago. O vaso 12., em seguida dicotomisa-se dando um ramúsculo caudal (14.) que vai confluir com o ramo (18.), e um cranial (15.) que penetra nas paredes do esôfago; antes de fazê-lo, porém, dá um ramo retrógrado (16.) que cruza dorsalmente o vaso 12. e a própria a. pulmonar, encaminhando-se para vascularisar a traquéa.

Um terceiro vaso (17.) é ainda proveniente da face lateral da a. pulmonar de um ponto equidistante do ápice pulmonar e do início da referida a. Depois de alguns milímetros de percurso aderente à face ventral do esôfago, envia um ramo em sentido medial para a traquéa e o ramo anastomótico (18.) para o vaso 14. ha pouco mencionado.

Finalmente, pouco antes de atingir o pulmão a a. envia ainda ramos menores, (19.-21.) seja pelo lado lateral, seja pelo medial, os quais vão penetrar, o lateral na parede esôfagiana e os mediais na traquéa.

Como se vê, da a. pulmonar esquerda tal como da direita destacam-se numerosos ramos, os quais, porém, do mesmo modo são variáveis no número e no trajeto. Ainda como a do lado direito, é aquí no esquerdo constante o vaso que na figura tem o n. 9.

Quando do exame de animais vivos, após a incisão que punha à mostra os órgãos do interior da região precordial, pude sempre, com auxílio da lupa, verificar que a corrente sanguínea, dentro dos vasos acima descritos vai das aa. pulmonares para o esôfago e para a traquéa. Deste ponto tomei cuidado especial, porquanto, aquí no caso, a direção da corrente sempre me pareceu de excepcional importância, pois tinha em mira verificar se tanto o esôfago como a traquéa recebem de fato sangue venoso. Realmente, isto se dá em *S. an.*

Além disso, cumpre-me mencionar ainda que não pude verificar conexão alguma das aa. pulmonares, ou de seus ramos com a péle. Isto quer dizer que não me foi possível encontrar aquí no *S. an.* uma a. pulmo-cutânea tal como a que existe bem característica nos Urodelos e nos Anuros.

Finalmente, como achado excepcional vem a ser a existência do ductus Botalli no *S. an.*, até agora negada por vários AA. que se ocuparam da anatomia do sistema circulatório dos *Gymnophionos*.

E' verdade que nos *Siphonops* examinados encontrei a comunicação do arco aórtico com o ramo da a. pulmonar apenas do lado esquerdo, como se pode ver muito bem na figura (d. B.). Vários autores como Boas (1882, cit. por P. & F. Sarasin 1887, p. 231), e Werner (1931, p. 187) entre outros timbraram em afirmar que em *Siphonops* falta o ductus Botalli; nas minhas preparações, porém, é indubitável a sua existência, embora de um só lado, sendo ela confirmada pelo exame dos animais vivos.

IV — Crossas aórticas e seus ramos

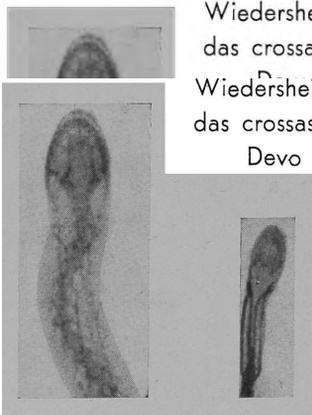
(Figs. 2, 3 e 4)

O comportamento dos arcos aórticos desde a sua origem no truncus até formarem as respectivas raízes, varia sensivelmente nos diversos gêneros das *Coeciliidae*

Relativamente a *S. an.*, graças ao método radiográfico, foi-me possível verificar, de pronto, tanto em jovens como em adultos a transição entre arcos e raízes aórticas. A imagem radiográfica (Figs. 2 e 3) não concorda com o

que sobre este ponto foi assinalado por Wiedersheim (l. c., p. 80) na mesma espécie. Realmente, este autor descreve e figura (l. c., t. VIII) os arcos aórticos como formando uma ogiva cujos ápices ficam entre o III e o IV arcos do esqueleto visceral, no momento em que se encurvam para constituir as raízes aórticas. Tal aspecto nunca me foi dado ver nos animais radiografados nem nos dissecados para a respectiva comprovação. Em todos os *S. an.* estudados, tanto o arco aórtico como o esquerdo seguem paralelamente o rumo cranial. Antes de atingirem a região das asas do IV arco visceral, afastam um do outro contornando os bordos basais do arco referido e, afinal, encurvam-se medialmente resultando nas raízes aórticas. Estas dispõem-se dorsalmente aos arcos aos quais são paralelas e prosseguem em sentido contrário a êles, i. é, caudalmente, indo confundir-se ao nível do ápice do coração para formarem a aorta caudal.

Vista em conjunto, cada uma das crossas, lembra a forma de um 8 cuja alça aboral é muito longa e largamente aberta, como se pode facilmente inferir da radiografia (Fig. 2). Da comparação desta com a figura citada de



disposição em 8.

Wiedersheim, resulta nítida a diferença de comportamento das crossas aórticas do *S. an.*

Wiedersheim salientar ainda que, apenas depois do exame das crossas radiográfico, é que fui levado a pesquisar

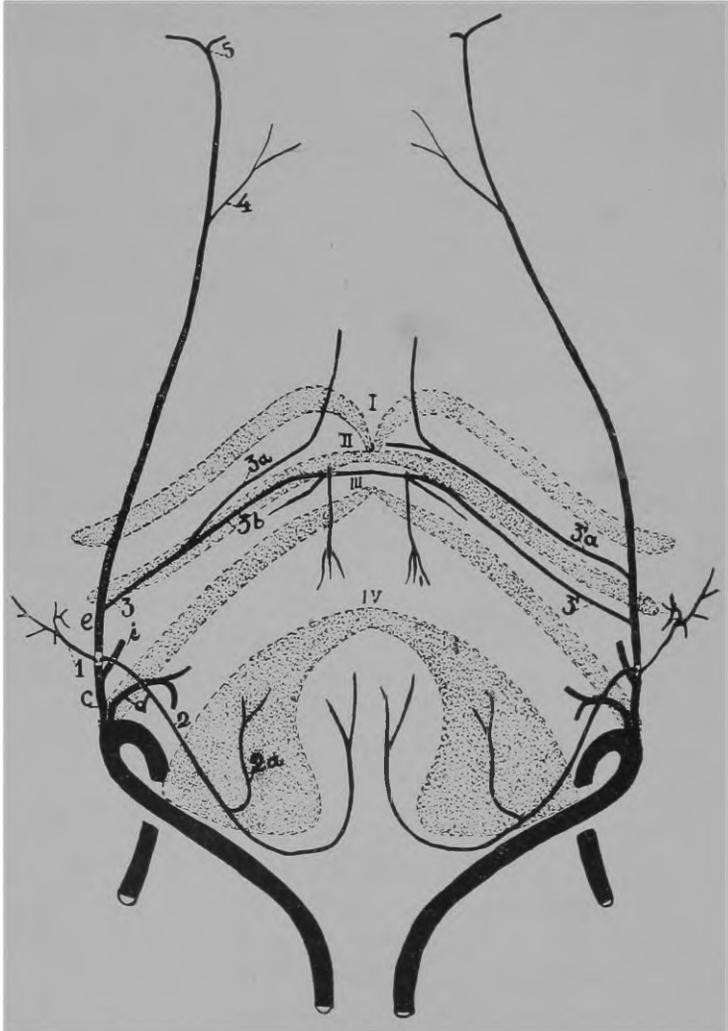
Devo salientar atentamente a disposição das crossas aórticas deste animal por meio de dissecção cuidadosa dos exemplares injetados com massa corada. Na literatura nada mais encontrei a respeito além de uma nota de Acolat (1939, p. 11) dizendo que os arcos aórticos de *S. paulensis* se comportam tal como os de *S. an.* segundo a descrição de Wiedersheim.

Do ápice das crossas (Fig. 4), na altura das extremidades laterais do III arco visceral, emergem dois vasos que se dirigem cranialmente. O medial sãe das crossas quasi no mesmo ponto que o lateral; logo depois se prolonga medialmente, ramificando-se após curto trajeto, para irrigar os músculos dorsais; a este vaso denominarei de a. dorsalis (d). O ramo lateral constitue a a. carotis communis (c), tem direção cranial, e logo depois do ponto de emergência divide-se em dois ramos, a saber: a. carotis externa (e) e a. carotis interna (i). No seu curso cranial a a. c. communis sãe do plano que contém os arcos aórticos, colocando-se ventralmente a êles. A a. carotis interna circunda o esôfago e logo penetra na caixa craniana.

A a. c. carotis externa vai para a região maxilar e, no início, fica interposta entre o esqueleto visceral dorsalmente e o m. omo-humero-maxillaris; logo depois se aloja dentro do m. intermaxillaris. Emite os seguintes ramos: 1. a. thymica (1.), de direção primeiramente lateral e depois dorso-ventral, ramificando-se para vascularizar o thymus, a musculatura e a pele da região circunjacente; 2. a. hyolaryngea (2.), muito mais longa que a precedente,

Fig. 4

Crossas aórticas de *S. an.* e seus ramos. I — IV = arcos do esqueleto visceral; c = artéria carotis comunis; a = a. dorsalis; e = a. carotis externa; i = a. carotis interna; l = a. thymica; 2 = a. hyo-laryngea; 3, 3a., 3b. = terceiro ramo e seus sub-ramos; 3' e 3'a.: ramos correspondentes do lado esquerdo; 4. e 5. = ramos para a porção rostral do m. intermaxillaris.



corre em direção medial e caudal, ventralmente aos III e IV arcos do esqueleto visceral; ao nível da asa do IV arco emite, um ramo cranial (2a.) para o m. thoracico-hyoideus e, a seguir, muda de direção, contornando o bordo medial da asa referida, ramificando-se naquele m. e na laringe; 3. ainda na

região dos arcos viscerais, na altura da extremidade lateral do II, sae um terceiro ramo (3) que corre cranial e medialmente, dispondo-se paralelamente sob o braço do referido arco; depois de curto trajeto, bifurca-se dando um primeiro ramo (3a.) que logo se encurva cranialmente em direção ao m. intermaxillaris no qual penetra, e um outro (3b.) que medialmente vai anastomosar-se, na linha mediana, com o ramo correspondente do lado oposto (3'). Antes de tal anastomose este ramo (3b.) emite dois outros de direção caudal; 4. outro vaso (4.) ainda parte da a. c. externa já na região maxilar, o qual se destina à irrigação da porção rostral do m. intermaxillaris; 5. finalmente a a. carótida externa termina ao nível da articulação intermandibular inferior, bifurcando-se em ramúsculos (5.) que penetram no m. intermaxillaris.

Os vasos aquí descritos do lado direito encontram-se do mesmo modo do lado esquerdo, exceção feita do terceiro ramo da a. c. externa que, neste lado (3'), se comporta diferentemente, i. é, não se bifurca. Ainda aquí, um pouco mais oralmente, ao nível do espaço que fica entre os I e II arcos viscerais, sae da a. carótida externa esquerda um outro vaso (3'a.) que se prolonga medialmente, paralelo ao braço do II arco visceral, e, proximo ao ponto da inserção do I arco visceral no II, subdivide-se penetrando no m. intermaxillaris.

Desejo frizar que apenas pretendi aquí tratar dos vasos que proveem das crossas aórticas e seus principais ramos. O esquema apresentado na Fig. 4 corresponde à disposição mais frequentemente observada. Não está excluída, porém, a existência de outros vasos que partam secundariamente dos aquí descritos e nem mesmo a ocorrência de novos originarios diretamente das carótidas, dada, como se sabe, a extrema variabilidade de tais formações. Mesmo em alguns *Siphonops* não foi possível estabelecer uma qualquer sistematização neste setor do sistema vascular, tal a diversidade dos seus elementos componentes.

Passando em revista os dados da literatura disponível sobre os *Gymnophiona* ácerca dos ramos emitidos pelas crossas aórticas, lembro que em *Ichthyophis glutinosus* a configuração destas formações é bem diferente da aquí descrita para *S. an.* De fato, naquela *Coeciliida*, das crossas parte uma a. carotis communis que envia, medialmente, ramos para os arcos branquiais e na altura do II destes arcos se biparte em a. carotis externa e a. carotis interna (P. & F. Sarasin, l. c., p. 229), enquanto que em *S. an.*, como foi visto, das crossas procedem dois ramos (Fig. 2, **c** e **d**).

Em *Hypogeophis rostratus* o sistema circulatório foi estudado principalmente por Marcus (1935, pp. 93-95), o qual registrou apenas um arco aórtico que se encurva caudalmente logo após a saída do truncus. Di-

retamente deste último, partem duas carótidas (direita e esquerda) que convergem, cranialmente, em um sinus cephalicus.

Finalmente, Acolat, em seu recentíssimo trabalho (1939, pp. 5-13) sobre as variações do sistema circulatório dos *Gymnophionos*, assinala em *S. Paulensis* a saída de um vaso das crossas, que logo se dicotomisa, produzindo a a. carotis communis e um outro ramo a que denomina a (Fig. 8 de seu trabalho), não fazendo, porém, qualquer referência ao mesmo no texto. Quanto a *Chthonerpeton indistinctum* também estudado e figurado (Fig. 10) por esse A., do truncus parte um único arco aórtico que se encurva para formar a aorta caudal. Da respectiva crossa saem duas carótidas comuns que, por sua vez, se desdobram em externa e interna. Deste modo, tanto *Chthonerpeton* quanto *S. paulensis* se afastam bastante de *S. an.* Devo acrescentar ainda, com relação ao trabalho de Acolat, que nem as descrições nem as figuras do mesmo, infelizmente, permitem precisar outros pormenores que seriam de interesse para um estudo comparativo do sistema circulatório dos *Gymnophiona*.

Em resumo, entre as *Coeciliidae* pode-se dizer que *S. an.* possui uma posição especial, porquanto as suas crossas aórticas apresentam uma configuração que não corresponde à nenhum outro Anfíbio desta ordem, pelo menos, até agora estudado. A presença de dois vasos emanados de cada crossa é peculiar a *S. an.*, e os ramos da a. carótida externa poderiam ser divididos em dois grupos, um posterior a que chamaria thymo-hyo-laryngêo contendo os ramos thymico (1) e hyo-laryngêo (2., 2a.) e outro, anterior, denominado intermaxilar, constituído pelos ramos 3., 3a., 3b., 4 e 5, que vascularizam a porção rostral do m. intermaxillaris.

V — Respiração esofágica e traquéal

(Figs. 5-7)

Quando pesquisei a anatomia das artérias pulmonares, tendo em mira, entre outras cousas, principalmente verificar a existência em *S. an.* de artérias cutâneas que, como é sabido, nos Anuros e nos Urodelos são provenientes das aa. pulmonares, tive a oportunidade de verificar que destas últimas saem numerosos ramos que vascularizam o esôfago e a traquéa. Observei também que o sangue circula, através dos referidos vasos, das aa. pulmonares para os dois órgãos em questão, o que quer dizer que tanto o esôfago como a traquéa recebem abundantemente sangue venoso.

E' conhecido o fáto dos Anfíbios respirarem por outras regiões do corpo, que não os pulmões. Winterstein (1921 pp. 189-223) enuméra, além da pul-

monar, 3 outras fôrmas de respiração para os representantes desta classe de vertebrados, a saber, a branquial, a cutânea e a bucofaringéa. Com relação aos *Gymnophionos* porém, muito escassos são os dados até agora encontrados sobre este ponto. Apenas Fuhrmann (1912, pp. 128-129) e P. & F. Sarsin (1887, pp. 66) atribuem respectivamente a *Typhlonectes* e a *Ichthyophis* uma capacidade de respiração cutânea, baseados na verificação de capilares sanguíneos na pele. O primeiro desses autores (l. c., p. 137, figs. 116, 117 e 118) tendo também verificado uma dilatação na traquéa de *Typhlonectes* concluiu, à vista da análise de preparados microscópicos, que a traquéa funciona como órgão respiratório acessório. Acolat (1939, pp. 12-15) aponta, de modo sumariíssimo, a existência de uma respiração esofagiana em *Chthonerpeton indistinctum* pelo fato, de neste animal, receber o esôfago um ramo da a. pulmonar. Particularmente a S. an., apenas encontrei a nota de Wiedersheim (1879, p. 80) que, ao descrever os ramos esofagianos emanados sómente da a. pulmonar esquerda, leva este fato à conta da atrofia do pulmão esquerdo característica, não sómente deste, mas de muitos outros *Gymnophionos*.

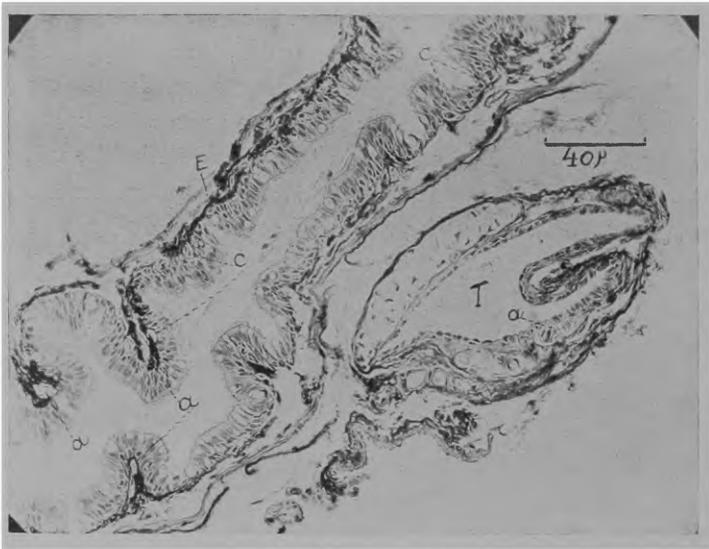


Fig. 5
Secção transversal do esôfago (E) e da traquéa (T) de S. an. a = alças capilares; c = capilares (van Gieson, Microfoto Leitz).

Tomando em consideração estes dados da literatura, e as minhas próprias observações acerca da vascularização do esôfago e da tráquea pelos ramos das aa. pulmonares, resolvi verificar a distribuição dos mesmos na mucosa daqueles órgãos, tal como fizeram entre muitos outros Bethege (1897, pg. 694) em Urodelos, Fuhrmann (l. c.) em *Gymnophiono*, Noble (1925, pg. 341) em Urodelos e Anuros. Para isso fiz uma série de injeções segundo a técnica indicada no Capítulo II.

Os preparados do esôfago revelaram uma densa rede capilar subepitelial como se pôde notar nas Figs. 5 e 6. De fato, na região subjacente à mucosa do esôfago, os capilares estendem-se acompanhando as sinuosidades do epitélio. Várias vezes, quando este último faz uma saliência na luz do órgão é ela acompanhada por uma alça capilar (a) que se acóla à camada basilar epitelial.

Além destas alças, no seio do próprio epitélio distingue-se a luz dos capilares sanguíneos (c) com a sua túnica endotelial típica e provida de hemácias. Em *S. an.* esta distinção é facilitada por serem as hemácias bem grandes e, naturalmente, nucleadas.

Por outro lado, são também marcantes no esôfago sinuosidades da mucosa e do respetivo epitélio. Nas reintrâncias respetivas, que se distinguem das fraturas epiteliais por serem revestidas de cutícula ciliada, os capilares sanguíneos subjacentes (c) acham-se separados do canal do esôfago apenas

Fig. 6

Secção transversal do esôfago de *S. an.*
a = alça capilar; c = capilar; n = grânulos de nankin. (van Gieson, Microfoto Leitz).



por uma ou duas camadas de células epiteliais. Este fato, sem dúvida, pode também concorrer para a troca de gases entre o sangue venoso e o ar que por ventura circule no referido órgão.

Ainda mais, com a técnica das injeções post-vitais com as soluções de Ringer-nankin e Ringer carmin, através das aa. pulmonares, em muitos casos pude, nítidamente, distinguir os grânulos de tais substâncias, seja na luz dos vasos, seja dentro ou no interstício das células epiteliais. Na Fig. 6, n são tais grânulos bem visíveis.

O fato da ocorrência de capilares subepiteliais e intraepiteliais no esôfago do *S. an.* pôde ser tomado à conta, a meu vêr, de indício de uma função respiratória auxiliar desse órgão. Sómente deste modo, parece-me se pode explicar a excepcional distribuição de sangue venoso nas parêdes do

esôfago, a qual como já foi dito, pude presenciar inúmeras vezes nos animais vivos. Sem dúvida, esta singularidade deverá estar em correlação com a redução pulmonar característica de *S. an.* Não me é possível entrar na discussão deste assunto, não sómente porque ela exigiria várias experiências que ainda não pude realizar, para uma possível comprovação, como porque tal questão já foi larguissimamente discutida nos Anfíbios por inúmeros AA. cujos trabalhos me são inacessíveis. Aliás, a este proposito, Noble (1925, pp. 360-384) comenta amplamente, tanto em Anuros como em Urodelos, a respiração acessória correlacionada com o desenvolvimento dos pulmões.

Restaria, é verdade, demonstrar ainda que o ar circula no esôfago do *S. an.* em outros momentos que não os da deglutição. Esta indagação foi por mim, no momento, retardada para ulterior estudo da mecânica da respiração desta *Cociliida*. Todavia, tomando por base os trabalhos de Bethge (l. c.) e a excelente resenha crítica de Noble (l. c.) basta a presença de capilares sanguíneos no epitélio do esôfago para se presupor a existência de uma respiração esofágica.

Na traquéa de *S. an.* também são perceptíveis capilares juxtapostos à base das células epiteliais (Fig. 7. c.) Na figura vê-se muito bem uma dessas



Fig. 7

Secção transversal da traquéa de *S. an.* Indicações como em 6.

formações, de consideravel tamanho com a luz provida de muitas hemácias. Em um dos córtes obtidos após a injeção de Ringer-nankin (Fig. 7. n) é nítidamente visível essa substância dentro do epitélio. Na literatura à mão anotei que sómente Fuhrmann (1912, p. 118-137) aponta a traquéa de um *Gymno-*

phiono (*Typhlonectes*) como órgão respiratório. O referido autor relaciona a respiração traqueal do *Typhlonectes* com o seu "habitat" caracteristicamente aquático. Devido a tal respiração, diz Fuhrmann (p. 129), o animal pode manter-se dentro d'água durante muito tempo.

S. an. não é aquático, mas não prescinde de terra húmida para viver. O fato de possuir a traquea revestida por epitélio respiratório contendo densa rede capilar sanguínea subepitelial, e de ser, como o esôfago, vascularizada pelos numerosos ramos das aa. pulmonares que veiculam unicamente sangue venoso, leva a admitir, sem dúvida, a participação de tal órgão nos fenômenos respiratórios. Poderá, pois ser considerado como um órgão respiratório acessório.

Aquí em *S. an.* para complemento deste estudo, deveria levar em conta a mecânica da respiração, na qual a laringe e a traquea são partes essenciais, tal como fez Marcus (1923, p. 328) em *Hypogeophis*. É assunto que reservo para outra oportunidade.

VI — Respiração cutânea

Desde 1887, quando P & F Sarasin (pp. 66,67) descreveram na pele de *Lichthyophis glutinosus* capilares sanguíneos intraepiteliais, tem sido admitida a existência de uma respiração cutânea em *Gymnophionos* se não no adulto, pelo menos na larva. Bem mais tarde, em 1912, Fuhrmann indicou em outro Apodo, *Typhlonectes*, nítida vascularização da epiderme. Este assunto foi aquí entre nós recentemente abordado por Sawaya (neste Boletim p. 221) com a demonstração de uma intensa suplência vascular da pele de *S. an.*

Dadas a vascularização mencionada e a redução do pulmão esquerdo, típica neste e noutros *Gymnophionos*, julguei conveniente realizar uma série de experiências para verificar a permeabilidade da pele do *S. an.* aos gases da respiração. Com esse propósito, valí-me de um aparelho semelhante ao de Klug, tipo Haldane, com ligeiras modificações de modo a permitir a passagem de ar isento de CO_2 por um tubo em que o animal é encerrado, de tal modo que, apenas o corpo permanece no interior. O ar livre de CO_2 por meio de lavadores contendo soda (NaOH), depois de passar pelo tubo que contem o *Siphonops* é recolhido em um outro com uma solução de Ba(OH)_2 . Um outro tubo também com Ba(OH)_2 é disposto antes do 1.º para indicar se realmente o ar chega a este sem CO_2 . Após 15 minutos, em média, de funcionamento, i. é, da passagem do ar desprovido de CO_2 pelo tubo com o animal, e a sua chegada ao que contem a solução do hidróxido de bário, verifica-se o turvamento deste

último pela precipitação do carbonato de bário correspondente. Durante as experiências foram tomadas todas as cautelas para que fosse completamente destituído de CO_2 o ar que circulou pelo tubo que encerrava o animal. Afim de eliminar a hipótese de penetração do CO_2 através da rolha que mantinha o animal preso, fiz como contraprova, uma experiência em que o animal foi substituído por um bastão de vidro. Posto o aparelho a funcionar, não foi observado turvamento na solução de hidróxido de Ba o que demonstrou impedir a rolha a passagem de CO_2 do ar para o interior do tubo. Para isto, porém, é necessário que a rolha comprima suavemente o *Siphonops*, o qual suporta penosamente esta compressão, agitando-se forte e continuamente dentro do tubo.

Os resultados destas experiências indicam que *S. an.* elimina CO_2 pela pele, fato que pode ser atribuído à sua densa vascularização (Sawaya, neste Boletim, p. 221). Outras experiências complementares, principalmente sob o ponto de vista quantitativo, é natural, deverão ser efetuadas para verificar o grau de permeabilidade do tegumento do *S. an.* aos gases da atmosfera e assim atribuir-lhe um determinado valor como órgão respiratório.

Longa tem sido a discussão sobre as correlações entre a respiração pulmonar, a bucofaringéa e a cutânea. Ao trabalho fundamental de Bethge e ao tratado de fisiologia comparativa de Winterstein, já referidos, poderão recorrer os interessados. No primeiro encontram-se críticas bem justificadas feitas aos mais renomados pesquisadores da respiração dos Anfíbios tais como Marcacci, Camerano, etc. Marcacci (cit. por Bethge pp. 697-701) refere-se aos movimentos gulares característicos da Rã como indicadores da renovação do ar na cavidade bucal, cuja mucosa constitui um órgão respiratório. Em *S. an.* tais movimentos são muito expressivos, impressionando pela sua constância e ritmo. É possível que aqui também concorram êles para a renovação do ar na cavidade bucal. Deixarei, no entanto, para outra oportunidade a verificação de tal fato.

Cumprer notar ainda que as correlações há pouco mencionadas foram novamente trazidas à discussão por Noble em 1925, o qual, relativamente aos *Gymnophionos* tomou por base as pesquisas de Fuhrmann em *Typhlonectes*, dizendo (p. 137) que neste animal, como em *Cryptobranchus* e em *Euproctus asper*, há uma enorme penetração de capilares na epiderme. Se tal *Gymnophiono*, como os referidos Urodelos, pode viver longamente sem pulmões, é um fato ainda desconhecido.

Não me é possível e nem mesmo desejo participar da discussão que se tem estabelecido em torno do problema da respiração dos outros Anfíbios. Lembro apenas que Noble (l. c., p. 380) mais uma vez, afirma que tanto nas Rãs como em vários Urodelos, de uma grande redução ou perda

funcional dos pulmões resultou um aumento da respiração cutânea. Estes últimos conseguem uma grande eficiência de tal respiração seja pela penetração de capilares na epiderme seja pelo adelgaçamento desta acima da superfície dos capilares. Nos Anuros, somente o primeiro desses dois métodos é adotado. Tomando por base esta afirmativa do notável herpetólogo americano, os *Siphonops* se comportariam como os Anuros, visto como os capilares sanguíneos não penetram no epitélio da pele (Sawaya, neste Boletim p. 223). A redução do pulmão esquerdo seria compensada pela respiração esofágica traquéal e cutânea. Deixo de parte completamente a discussão da preponderância de uma qualquer dessas respirações sobre as demais, tal como fizeram Marcacci, Camerano e Klug (citados de Bethge pp. 692-701), por me faltarem no momento dados experimentais seguros para afirmar ou negar a existência de uma predominância de qualquer delas em *S. an.*

VII — Comentários

Entre os *Gymnophionos*, o *S. an.* distingue-se, como foi visto, pela particularidade de uma densa vascularização do esôfago e da traquéa por parte de vasos oriundos das artérias pulmonares. Até agora pelo menos, nesta ordem de Anfíbios, somente Wiedersheim e Acolat referem-se a uma tal vascularização, sendo que, dos dois, apenas o último atribue ao esôfago (em *Chthonerpeton indistinctum*) uma função respiratória. Boas (1881, p. 77) em *S. an.* observou saindo das crossas das artérias pulmonares um ramo que se dirigia cranialmente, o qual lhe parecia ter certa semelhança com a a. pulmo-cutânea da Rã. Sawaya (1940, p. 242), ao tratar da ocorrência de a. cutânea em *S. an.* diz que o mesmo constitui uma questão aberta e que somente pesquisas pormenorizadas poderão dirimi-la satisfatoriamente.

Comparando o que me foi dado observar a este respeito com o que escreve Boas, quero crer que o vaso descrito por este A. corresponda ao primeiro ramo que emana das aa. pulmonares tanto direita como esquerda (Fig. 1, 1 e 9). Não consegui, com a técnica empregada, verificar a existência de conexões desses e dos demais ramos das aa. pulmonares do *S. an.* com a pele. O que posso afirmar, à vista dos meus preparados, é que todos os ramos de tais vasos apenas penetram ou no esôfago ou na traquéa. Assim, parece-me que, pelo menos até agora, não se possa dizer que o *S. an.* seja provido de uma a. cutânea, oriunda de tronco pulmo-cutâneo correspondente àquela largamente conhecida tanto nos Anuros como nos Urodelos.

A pele de *S. an.* é fartamente vascularizada como a de *Ichthyophis* e de *Typhlonectes*, de acordo com o que demonstrou Sawaya (neste

Boletim p. 223), mas os capilares proveem das artérias vertebrales em sua grande maioria e não de uma a. cutânea.

Tendo estabelecido que o sangue venoso contido nas aa. pulmonares de *S. an.* corre também para o esôfago e para a traquéa, por meio dos vasos emitidos por aquelas aa., não dispuz de elementos suficientes para determinar o destino deste sangue após a oxigenação ao nível do epitélio daqueles órgãos. Será um ponto ainda a ser esclarecido.

Até agora, todos os AA. consultados são concordes em afirmar a falta em *S. an.* do canal de Botal. Em alguns dos *S. an.* estudados, ha nítida comunicação de um dos arcos aórticos (o esquerdo) com um dos ramos (Fig. 2,9a) da a. pulmonar esquerda. Assim, o *S. an.* não constitue exceção aos *Gymnophionos* que são dotados daquele canal.

Quanto às crossas aórticas de *S. an.*, apenas desejo salientar a sua configuração especial, diferente não só da que foi figurada por Wiedersheim no mesmo animal, como das demais *Coeciliidae* até agora estudadas. De cada crossa partem dois vasos, dos quais um, a a. dorsalis, parece-me até agora não descrito nestes *Anfíbios Apodos*.

Sobre a presença de capilares no epitélio da traquéa e do esôfago, as Figs. 5, 6, e 7 são bem demonstrativas. A mucosa destes órgãos é provida de densa rede capilar sanguínea, com alças capilares que penetram no epitélio. Quanto à questão de se considerar os vasos sanguíneos histologicamente ou apenas topográficamente intraepiteliais, deixei-a completamente de parte, visto ultrapassar os limites deste trabalho. Aquí apenas pretendi verificar as conexões dos capilares com o epitélio de revestimento do esôfago e da traquéa do *S. an.*, até agora, a meu vêr, não assinalada. As minhas preparações vieram confirmar a suposição de que o sangue venoso, proveniente das aa. pulmonares, pode receber oxigênio através do epitélio daqueles órgãos. Aliás, a questão da penetração de capilares sanguíneos no seio de epitélios, já foi, entre nós, amplamente tratada por Sawaya & Sousa (1931, pp. 15-23), os quais dão as necessárias indicações bibliográfias sobre o assunto.

Finalmente, quanto à respiração cutânea, por enquanto as minhas experiências foram conduzidas no sentido de verificar apenas a eliminação de CO_2 pelo tegumento de *S. an.* Em *Hypogeophis*, devo lembrar, Marcus (l. c., p. 99) nega terminantemente uma tal respiração. Este ponto porém, em *S. an.*, quero crêr acha-se bem esclarecido. À vista do animal expulsar o gás carbônico através da cutis densissimamente vascularizada,

creio se possa inferir que a pele do animal pode ser tomada como um órgão respiratório acessório.

VIII — Conclusões

1. *Siphonops annulatus* possui duas artérias pulmonares, das quais partem numerosos vasos que levam sangue venoso para a traquéa e para o esôfago.

2. Estes ramos das artérias pulmonares terminam nos referidos órgãos. Não foi verificada conexão de quaisquer destes vasos com a pele. Isto quer dizer que não correspondem à artéria pulmo-cutânea característica dos Urodelos e dos Anuros.

3. Em *S. an.* as crossas aórticas aparecem com a forma de um 8 com a alça caudal muito longa e largamente aberta. Esta configuração é característica tanto dos jovens como dos adultos, não tendo sido encontrada até agora em *Gymnophionos*. Além da a. carotis communis, do ápice de cada crossa aórtica parte, contiguamente àquela, um outro vaso, aqui denominado artéria dorsalis.

4. *S. an.* como outras *Coeciliidae*, é provido de um ductus Botalli. Este fato desde 1882, tem sido negado sistematicamente, sendo agora demonstrado neste animal.

5. O epitélio de revestimento do esôfago é dotado de capilares sanguíneos que penetram no seu interior. Além desses capilares, densa rede vascular se encontra juxtaposta à camada basilar. Também na traquéa existe esta última modalidade de vascularização.

6. À vista da irrigação capilar sanguínea das mucosas traquéal e esofágica, podem-se admitir em *S. an.* a respiração esofágica e a traquéal.

7. Em *S. an.* são característicos os batimentos da região gular, tal como se observa em muitos Urodelos e Anuros. São constantes e rítmicos e bem poderão servir, como nestes Anfíbios, para operar a renovação do ar na cavidade bucal e à sua penetração no esôfago.

8. A pele de *S. an.* é permeável ao CO_2 da respiração. Por seu intermédio este gás é expelido pelo animal. Este órgão, portanto, poderá ser considerado como de função respiratória acessória.

IX — Summary

Some observations and experiments were done on the circulatory and respiratory systems of *Siphonops annulatus*.

Firstly I procured to see the arteria pulmoncutanea indicated in this animal by Boas (1881, p. 77). Prof. Sawaya, who suggested these studies to me, has recently pointed (1940, p. 240) at this subject, in studying the aa. pulmonales of *S. an.* He described the main differences between the aa. pulmonales, right and left, and their origin in the truncus arteriosus. Both arteries carry out the venous blood from the heart to the lungs. The reduction of the left pulmonary artery may be correlated with the left rudimentary lung of *S. an.* I have observed 58 living *s. an.*, young and adult. Their heart and large blood vessels from the circulatory system were shown through incision of the skin and ventral muscles in the precordial region. All Siphonops were anesthetized by 10% urethan and examined under the Greenough microscope. After observation of the circulation and heart beatings, the animals received some endarterial and endovenous injections into the truncus arteriosus of colored substances (gelatine-cinabrium or cellulose nitrate-aceton-cinabrium). Some specimens received also post-vital injections (Ringer-carmin, Ringer-nanking). Sometimes before the injections the arcus aortici were tied.

In *S. an.* the aa. pulmonales possess many branches (Fig. 1) which lead the venous blood into the walls of the oesophagus and the trachea. The number and courses of these branches show many variations, but the first ones, 1. and 2., of the right pulmonary artery, and the 9 of the left one are constant. Observations of the living specimens confirmed that all branches carry only venous blood from the pulmonary arteries to the oesophagus and the trachea.

It was also demonstrated that a real ductus Botalli is present on the left side in *S. an.* Indeed, from the arch of the left pulmonary artery (Fig. 1, 9) a blood vessel runs to the rostral side, parallel to the aortic arch; on the level of the craneal third of this arch, the blood vessel is connected by a small vessel with the aortic arch (d. B.). In living Siphonops I saw the blood stream passing into this vessel from the aortic arch. Then the two blood streams are mixed and run together through another blood vessel (Fig. 1, 9a) to the lateral side. Since Boas (1882, cit. by P & F. Sarasin 1887 p. 231) it was asserted that a ductus Botalli is absent in *S. an.* In my preparations it is clearly present on the left side, in young as well as in grown Siphonops. Probably, it occurs also on the right side, but until now it was impossible to me to verify it.

To control the direction and the penetration into the oesophagus and the trachea of the branches of the pulmonary arteries, I tried to make some radiographic plates by injecting into the truncus arteriosus lead carbonate $Pb(CO_3)_2$. The photos show an unusual disposition of the aortic arches

quite different from that figured by Wiedersheim (1879, t. VIII, fig. 82). The specimens examined under X-rays were controlled by dissections of the aortic arches. In all exemplars these arches appear like in the radiographies, that is (Fig. 2, 3 and 4), the aorta turns on itself like an 8, whose caudal end is great and largely opened. The branches departed from both aortic arches are also studied and drawn in Fig. 4.

Microscopic slides stained by van Gieson or hematoxilin-eosin indicate (Figs. 5, 6 and 7) that the blood stream is carried up between the epithelial cells. On the other hand, it is clear that the vascular net is closely joined to the basilar epithelial sheat of the oesophagus and the trachea. Together with Bethge's paper (1897. pp. 694-706) on some Urodeles, Noble's publication (1925) and many other author's opinion these facts may be invoked to admit in *S. an.* an oesophagic and tracheal respiration.

Finally, considering the last results of Sawaya's researches (this Bulletin, p. 221) on cutaneous circulation, I tried to determine if the integument of *Siphonops* is permeable to the respiration gases. In the slightly modified Klug's apparatus the *S. an.* was set with its head outside. By means of the $Ba(OH)_2$ solution it could be demonstrated that a current of air free of CO_2 , after its passage through the tube including the *S. an.* was able to precipitate the $Ba(CO_3)_2$ from the $Ba(OH)_2$. Consequently, it can be admitted that in *S. an.*, as in other Amphibians, there is a typical additional cutaneous respiration.

Conclusions

1. *S. an.* possesses two pulmonary arteries from which many branches carry out the venous blood into the oesophagus and the trachea.
2. The branches of both aa. pulmonales cannot be compared to the a. cutanea of the Urodela and the Anura.
3. The aortic arches have the appearance of an 8, with its caudal end largely opened. From both aortic arches depart two blood vessels, that is, the a. carotis communis and the here called arteria dorsalis (Fig. 4, c and d).
4. In *S. an.*, like in other *Coeciliidae*, a ductus Botalli (Fig. 1, d. B.) is clearly present on the left side.
5. Microscopic slides demonstrate that the epithelial sheat of the oesophagus and the trachea is supplied by a compact vascular net. This fact indicates that in *S. an.* occurs an oesophagic and a tracheal respiration.

6 Beatings of the gullet of the *S. an.* are characteristic, constant and rhythmic. They might help the tracheal and oesophagic respiration.

7 The integument of *S. an.* is permeable to the CO_2 ; it could be considered as an accessory organ of respiration.

X — Literatura

- Acolat, L. 1939. Variations de l'Appareil Respiratoire et de l'Appareil Circulatoire central chez quelques Gymnophionés. C. R. Ass. d. Anatomistes. R. Budapest, 3-15. Nancy.
- Bethge, E. 1937. Das Blutgefäßsystem von *Salamandra maculata*, *Triton taeniatus* und *Speleperles fuscus*; mit Betrachtungen über den Ort der Athmung beim lungenlosen *Speleperles fuscus*. Zeit. wiss. Zool., v. 63, pp. 681-707, t. 42 e 43. Leipzig.
- Boas, J. E. V., 1881. Bidrag til Kundskaben om *Conus arteriosus* og Arteriebuerne hos Amphibierne. Inaug. Diss. 99, pp. 4, t. Köbenhavn.
- Fuhrmann, O. 1912. Le Genre *Thyphlonectes*. Mém. Soc. neuchâtoise d. Sciences Naturelles, v. 5, pp. 11-138. Neuchatel.
- Graupner, H. 1934. Microscopische Technik. 157, pp. Leipzig.
- Hesse, R. 1924. Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. XII + 613 pp. Jena.
- Marcus, H. 1923. Über den Übergang von der Wasser — zur Luftatmung mit besonderer Berücksichtigung des Atemmechanismus von *Hypogeophis*. Beitr. VI. Zeit. f. Ant. u. Entwickl., v. 69, f. 4-6, pp. 328-343. Berlin-München.
- 1925. Zur Stammesgeschichte des Herzens. Beitr. XXI B. Morph. Jahrb. v. 76, f. 1, pp. 93-103. Leipzig.
- Noble, G. K. 1925. The integumentary, pulmonary and cardiac modifications correlated with increased cutaneous respirations in the Amphibia: A solution of the "hairy frog" problem. Journ. Morph. v., 40, n. 2, pp. 341-416. Philadelphia, Pa.
- Sarasin, P. & F. 1887/90. Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonischen Blindwühle etc. Ergebn. naturwissenschaft. Forsch. Ceylon, v. 2, f. 3, 4, 263 pp. 24 t. Wiesbaden.
- Sawaya, P. 1940. Sobre o Veneno das Glandulas Cutâneas a Secreção e o Coração de *Siphonops annulatus*, Bol. Fac. Phil. Sc. Letr. Univ. S. Paulo, XIX, Zoologia n. 4, pp. 207-270, 2, t. S. Paulo.
- 1941. Contribuição para o estudo da Fisiologia do Sistema Circulatorio do Anfíbio *Siphonops annulatus* (Mikan). Ibidem, XXII, Zoologia n.º 5, pp. 209-233. S. Paulo.
- Sawaya, P. & Sousa, O. M. 1931. Contribuições para o estudo da mucosa urethral humana. Annaes da Fac. Med. S. Paulo, v. 5, 46, pp. 30, figs. S. Paulo.
- Werner, F. 1931. *Apoda Gymnophiona* em Kükenthal-Krumbach. Handb. der Zool. v. 6, f. 2. Lief. 2, pp. 143-208. Berlin & Leipzig.
- Wiedersheim, R. 1879. Die anatomie der Gymnophionen. 101, pp. 9, t. Jena.
- Winterstein, H. 1921. Handb. d. vergl. Physiologie, v. 1, 2ª parte, 1052 pp. Jena.