

ONCOCERCOSE NO BRASIL¹

Mário A. P. Moraes², Habib Fraiha³ e Geovane M. Chaves⁴

Foi descoberto no Brasil um foco endêmico de oncocercose, a chamada "cegueira dos rios", disseminada em algumas partes da África. Até recentemente os únicos focos conhecidos neste Hemisfério localizavam-se na Guatemala, no México, na Colômbia e na Venezuela. A confirmação desse foco brasileiro através de pesquisa, indica ter-se propagado a doença por uma parte considerável das áreas vizinhas à fronteira entre o Brasil e a Venezuela.

Introdução

A presença do verme filariforme *Onchocerca volvulus* no Novo Mundo, é conhecida desde 1915, ano em que Robles (4, 12) o encontrou na Guatemala. Contudo, as áreas endêmicas conhecidas de oncocercose, no continente americano, até bem pouco tempo, eram limitadas apenas àquele país, ao México e à Venezuela (1, 3). Casos isolados referidos no Surinam (7) e no Equador (8) não puderam ser confirmados.

Já em 1970, Little e D'Alessandro (9) descreveram o primeiro foco colombiano, em várias localidades ao longo do Rio Micay. O foco, porém, segundo os autores, era confinado a uma área relativamente pequena. A infestação por *O. volvulus* foi detectada em 44 das 292 pessoas examinadas, quase todos de raça negra.

No Brasil, fora antes encontrado apenas um caso autóctone, procedente do Território Federal de Roraima e descrito por Bearzoti e col. (2), em 1967. Infelizmente, porém, o diagnóstico daquele caso não estimulou pesquisas no sentido de ser determinado o foco da doença.

Em 1972, Moraes e Dias (10) comunicaram o achado de dois outros casos, em

missionárias americanas que viviam no Rio Toototobi (Estado do Amazonas), entre índios da tribo Uaicá, do grupo Yanomama. Ambas apresentaram nódulos na região sacra, com evolução de vários anos. O diagnóstico foi devido ao acaso, no curso de exames histopatológicos de rotina. Algum tempo depois, novo caso, procedente da mesma região, foi descoberto por Moraes e Chaves (11). A paciente era outra missionária americana, que vivia entre os índios Uaicás da Serra dos Surucucus, Território de Roraima. As três pacientes foram submetidas a tratamento com dietilcarbamazina (Hetrazan), droga que foi também administrada ao esposo de uma delas, o qual apresentava intenso prurido nas coxas e nádegas.

O fato de viverem as missionárias entre os índios Uaicás, no extremo norte do Brasil, próximo à fronteira com a Venezuela, e o conhecimento de que índios venezuelanos do mesmo grupo Yanomama freqüentemente cruzam a fronteira para visitar as malocas do lado brasileiro, levounos a sugerir (11) a possibilidade de existir um foco de oncocercose em todo o território habitado pelos Yanomamas, no Brasil e na Venezuela. A fim de verificar essa hipótese, viajamos em julho de 1973 para a região do Rio Toototobi, onde ainda residiam as duas primeiras missionárias. Além do exame parasitológico dos índios das malocas visitadas ao longo do rio, fizeram-se também capturas de insetos do

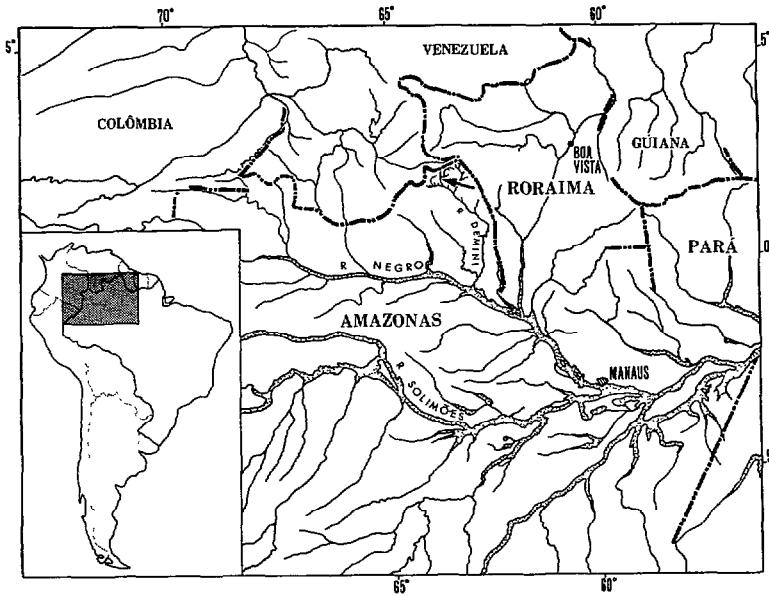
¹ Aparece também em inglês no *Bulletin of the Pan American Health Organization*, Vol. 7, No. 4 (1973), págs. 51-56.

² Professor adjunto da Universidade Federal do Pará e Patologista do Instituto Evandro Chagas, Belém, Estado do Pará, Brasil.

³ Parasitologista do Instituto Evandro Chagas. Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas, Brasil, TC No. 02712/72.

⁴ Estudante de Medicina da Universidade do Amazonas, Manaus, Estado do Amazonas, Brasil.

FIGURA 1—Mapa hidrográfico do noroeste da Amazônia, indicando a localização do Rio Toototobi.



gênero *Simulium*, conhecidos em toda a região amazônica pelo nome de *pium*. Os Uaicás chamam-nos *okuxib*. Neste trabalho, porém, é relatado apenas o achado do parasito *O. volvulus* entre os índios que pudemos examinar.

Material e métodos

O Rio Toototobi é um pequeno afluente do Demini (figura 1), sendo este um tributário do Rio Negro. Podemos, segundo a classificação usada para os rios da Amazônia, considerá-lo como um rio de águas brancas, isto é, águas que carregam uma grande quantidade de argila em suspensão. O acesso à região é bem difícil, uma vez que as corredeiras do Demini, só permitem a passagem de embarcações em curto período do ano, durante a cheia do rio. Contudo, ao longo de seu curso, várias aldeias ou malocas Uaicás podem ser encontradas, e junto a uma delas estabeleceram-se os missionários da Missão Novas Tribos do Brasil.

A fim de evitar o isolamento em que ficava o posto na maior parte do ano, construíram eles, no meio da floresta, uma pequena pista para aviões, a cerca de um quilômetro de sua

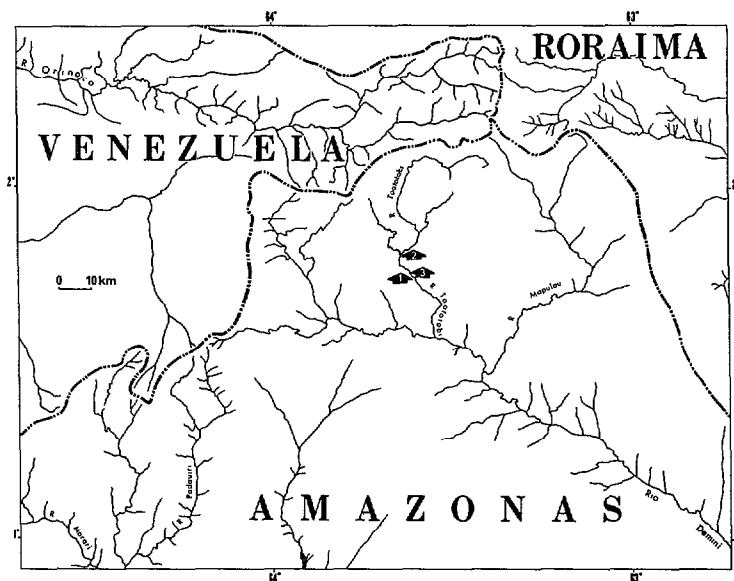
maloca. Os autores viajaram até lá em um pequeno avião, de outra organização religiosa, comumente usado no transporte de missionários e mantimentos entre Boa Vista, capital do Território de Roraima, e os vários postos das missões na fronteira. De Boa Vista ao posto do Toototobi a distância é de 350 quilômetros, aproximadamente.

Foram examinados índios de três aldeias da área do Rio Toototobi, cujos chefes⁵ receberam dos missionários os nomes de Roberto, Plínio e Fialho. Sua posição está assinalada na figura 2. Essas três malocas possuíam, de acordo com um censo realizado pelos missionários, 80, 52 e 22 indivíduos, respectivamente.

O exame consistiu, em primeiro lugar, na retirada, com tesourinha, de um pequeno retalho de pele da região escapular, quando nenhuma lesão cutânea podia ser observada, ou então de locais onde existissem manifestações atribuíveis a *O. volvulus*. O material era colocado em uma gota de solução salina, sobre uma lâmina de vidro, e recoberto por

⁵ Os Uaicás não usam os termos tuxaua, cacique ou moru-xibaba; em sua língua, o chefe é "aquele que fala", isto é, o que dá as ordens.

FIGURA 2—A região do Toototobi, com a localização aproximada das malocas: Roberto (1), Plínio (2) e Fialho (3).



uma laminula. Após ligeiro aquecimento, procedia-se imediatamente a pesquisa de microfilárias, repetindo-se o exame depois de 10 minutos quando o primeiro se revelava negativo.

Mesmo quando não se achavam microfilárias, o exame prosseguia, com a pesquisa imediata de nódulos subcutâneos, especialmente por meio da palpação. Já sabíamos, por informações dos missionários (11), ser muito difícil observá-los, e o exame confirmou esse fato. Uma característica desses nódulos, chamados oncocercomas, é a sua grande mobilidade no tecido subcutâneo. Com a maior facilidade podíamos fazê-los girar sob a ponta de nosso dedo indicador. De três índios conseguimos remover os nódulos para exame histopatológico. Outro foi removido novamente de uma das missionárias, cujo caso fora o primeiro relatado por Moraes e Dias (10).

Resultados

Um total de 91 índios (49 homens e 42 mulheres) das três malocas foi examinado. Desse total, a maloca do chefe Roberto, junto à qual residiam os missionários, participou com 41 indivíduos (23 homens e 18 mulheres)

e as malocas dos chefes Plínio e Fialho, respectivamente, com 36 (18 homens e 18 mulheres) e 14 (8 homens e 6 mulheres).

A biópsia da pele mostrou que 57 índios (30 homens e 27 mulheres) estavam infestados com microfilárias de *O. volvulus* na derme. Houve, assim, uma positividade de 62 %, ligeiramente maior no sexo feminino (64 %) do que no masculino (61 %). Considerando-se as três malocas em separado—Roberto, Plínio e Fialho—os achados positivos foram, respectivamente, de 65 %, 81 % e 57 %.

A idade dos casos positivos variou de 13 a 58 anos, tendo-se encontrado microfilárias em todos os indivíduos de 40 anos ou mais (tabela 1), num total de 13. Infelizmente, os índios mais novos que pudemos examinar tinham já 10 e 11 anos de idade. Segundo uma crença dos Yanomamas, os espíritos das crianças ainda não estão bem firmes no corpo e podem, quando choram, escapar-lhes pela boca. Em face disso, as mães procuram fazer todas as vontades dos filhos, a fim de evitar que chorem. Assim, para fugir à difícil tarefa de recuperar espíritos fugitivos, tivemos que deixar de lado os menores de 10 anos.

Nódulos subcutâneos foram encontrados

TABELA 1—Resultados da pesquisa de microfilárias de *O. volvulus* em índios do Rio Toototobi, Brasil, por malocas e por grupos de idade (1973).

Idade	Maloca Roberto			Maloca Plínio			Maloca Fialho			Total		
	Exami- nados	Posi- tivos	%	Exami- nados	Posi- tivos	%	Exami- nados	Posi- tivos	%	Exami- nados	Posi- tivos	%
10-14	5	1	20,0	8	1	12,5	2	0	0,0	15	2	13,3
15-19	7	1	14,2	6	3	50,0	5	2	40,0	18	6	33,3
20-29	15	12	80,0	10	7	70,0	3	2	66,6	27	20	74,0
30-39	7	6	85,0	9	8	88,8	1	1	100,0	18	16	88,8
40 e +	7	7	100,0	3	3	100,0	3	3	100,0	13	13	100,0
Total	41	27	65,8	36	22	61,1	14	8	57,1	91	57	62,6

em 10 dos índios positivos para microfilárias, e também em uma índia que permaneceu negativa mesmo após uma segunda biópsia. Em sete casos, inclusive o da índia mencionada, os nódulos se localizavam principalmente no couro cabeludo. O exame histopatológico dos próprios nódulos removidos dos três índios mencionados, mostrou em todos a presença de *O. volvulus*. Em um deles as filárias já estavam em degeneração. É provável que alguns oncocercomas tenham passado despercebidos ao exame um tanto ligeiro, por nós praticado. Contribuíram para esta falha, certamente, o pequeno tamanho e a localização por vezes bastante profunda dos nódulos.

Um índio e uma índia com microfilárias na pele, ambos pertencentes à maloca do chefe Roberto, apresentaram cegueira em um dos olhos. Outra índia, da maloca Fialho, no momento da biópsia, queixou-se de intensa fotofobia. Constatamos ser ela portadora de blefarconjuntivite, que já lhe ocasionara a queda dos cílios das pálpebras inferiores. Esta índia achava-se intensamente parasitada, tendo sido obtidas cerca de 30 microfilárias do pequeno fragmento de pele retirado.

Manifestações cutâneas provavelmente devidas às microfilárias de *O. volvulus* foram observadas em várias ocasiões. As mais freqüentes traduziam-se por pápulas ligeiramente eritematosas e muito pruriginosas, localizadas nas nádegas e região escapular, e por áreas de pele seca, lustrosa e rugosa,

nas mesmas regiões. Sempre que essas lesões eram encontradas, a biópsia era invariavelmente positiva. (Depois da malária, aliás, a principal queixa dos Uaicás é um prurido intenso nos membros superiores e inferiores.)

Além dos índios, foram examinadas cinco pessoas das duas famílias de missionários residentes no local. Nenhuma delas apresentou microfilárias na pele. Entretanto, de uma das senhoras, conforme já mencionado, removemos um nódulo oncocercótico. O exame histopatológico desse nódulo, localizado sobre a crista ilíaca esquerda, mostrou a filária em degeneração. A missionária em questão fora submetida, pouco tempo antes, a tratamento pela dietilcarbamazina, após conhecimento do resultado histopatológico do outro nódulo, removido anteriormente. Ademais, a mesma droga fora por ela administrada a seu esposo, por queixar-se ele de intenso prurido ao nível da cintura pélvica. Apesar desse sintoma, não foram achadas microfilárias em sua pele, conforme se concluiu após diversas biópsias praticadas.

Comentários

A constatação da existência de *O. volvulus* nos índios do Rio Toototobi, tal como havíamos sugerido (10, 11), vem inscrever o Brasil como área de oncocercose no quadro nosológico mundial, tornando-se também o terceiro país da América do Sul onde a filária foi até agora encontrada.

Embora pequeno, o foco do Rio Toototobi nos faz supor levando em consideração certos

fatos relacionados com os Uaicás, a existência de uma vasta zona endêmica, compreendendo partes do Brasil e da Venezuela e coincidindo com a distribuição geográfica dos Yanomamas e, provavelmente, dos Makiritares. Um desses fatores é a natureza da região habitada pelos índios, em torno das serras Curupira, Tapirapecó, Urucuzero, Surucucus e Parima. O lugar é elevado e favorece, por isso, o desenvolvimento de simulídeos transmissores de *O. volvulus*. Outro fator importante são as freqüentes visitas que entre si fazem os membros das diversas malocas, quase sempre motivadas por cerimoniais que periodicamente têm lugar entre os Yanomamas. Os visitantes permanecem nas malocas de seus hospedeiros por varios dias, tempo suficiente para a transmissão.

Sem qualquer dúvida a doença foi levada do foco previamente registrado na região leste da Venezuela até as cabeceiras do rio Orinoco e afluentes, como o Rio Mavaca, de onde passou para o Brasil, através dos Uaicás, em suas visitas ou migrações.

Uma característica do povo Yanomama é a sua grande mobilidade. Dos 91 índios por nós examinados, pelo menos 11 procediam do Orinoco ou das montanhas da fronteira, conforme informações dos missionários. Cada um desses 11 foi positivo à pesquisa de microfílarias. Entre eles havia um, de nome Tito, procedente do Orinoco, que tinha apenas 14 anos de idade.

Segundo Chagnon (5) e Chagnon e col. (6), a população Yanomama pode ser calculada num total de 10.000 ou mais pessoas, distribuídas por cerca de 125 aldeias ou malocas, que variam em tamanho, de 40 a 250 habitantes. Os Makiritares, cujo território se superpõe em parte ao dos Yanomamas, são calculados em cerca de 2.000 índios, também distribuídos por diversas malocas, de 50 a 150 habitantes cada uma, quase todas dentro do território venezuelano. Enquanto os Yanomamas costumam viajar a pé, através da mata, os Makiritares preferem o rio, construindo canoas com as

quais fazem longas viagens pelos afluentes da margem direita do Orinoco, que descem das montanhas, e entram assim em contacto com os distantes vilarejos onde habitam os civilizados.

Antes da chegada dos missionários ao território dos Yanomamas, estes dependiam dos Makiritares para a aquisição de objetos de metal, agindo os últimos como intermediários entre os Yanomamas e os brancos. E quase certo que nos seus contactos com os dois grupos os Makiritares serviram também como intermediários na disseminação da oncocercose.

Além dessas considerações, a existência de uma área endêmica bastante ampla, da qual o Rio Toototobi é apenas um pequeno foco, é confirmada pelos seguintes achados: 1) Moraes e Chaves (11) encontraram uma missionária com nódulos oncocercóticos na Serra dos Surucucus, Território de Roraima. 2) Missionários do Rio Toototobi informaram que um de seus companheiros residente no lado venezuelano tivera um nódulo causado por *O. volvulus* retirado nos Estados Unidos. 3) Sabe-se da presença de índios cegos entre os Uaicás da região do Rio Marari, afluente do Padauri, no Estado do Amazonas. 4) Finalmente, um dos pacientes incluídos neste estudo morava na maloca do chefe Roberto, mas procedia da área do Rio Mapulau, também afluente do Demini, abaixo do Toototobi.

Embora seja ainda cedo demais para se tirar qualquer conclusão sobre essa doença, dado o pequeno tamanho do foco estudado, é interessante assinalar que, nos índios do Rio Toototobi, sé foram achados nódulos em 17% dos casos positivos, mais ou menos o percentual encontrado nos doentes da Venezuela. No México e na Guatemala esses nódulos são bem mais freqüentes. A localização preferencial na cabeça, entretanto, é mais comum no México e na Guatemala do que na Venezuela. Novos estudos, em diversos locais dentro da mesma área, são necessários, no entanto, para o estabeleci-

mento definitivo das características desse novo foco.

Resumo

O achado casual de nódulos oncocercóticos em missionárias americanas que viviam entre índios Uaicás, no extremo norte do Brasil, levou ao descobrimento de um foco de oncocercose na região do Rio Toototobi, Estado do Amazonas. Foi esse o primeiro foco de oncocercose registrado no Brasil. Microfilárias de *Onchocerca volvulus* estavam presentes na pele de 57 dentre 91 índios examinados. Todos os examinados eram moradores de três malocas erguidas ao longo daquele rio, a pouca distância do local onde residiam duas das citadas missionárias. Nódulos subcutâneos foram encon-

trados em 11 índios, um dos quais não apresentou microfilárias na pele.

O fato de dois dos índios examinados serem cegos em um dos olhos e de outro apresentar blefaroconjuntivite sugere que a invasão ocular deve ser relativamente comum entre os infestados pelo parasita; não foi possível, entretanto, fazer-se a pesquisa de microfilárias na câmara anterior do olho. Acreditam os autores que o foco descoberto pode ser bem vasto, acompanhando a distribuição geográfica do grupo Yanomama, ao qual pertencem os Uaicás. □

Agradecimento

Aos missionários Keith Wardlaw e Tony Poulson, do Rio Toototobi, o nosso reconhecimento pela incansável e valiosa colaboração prestada durante o decorrer de todo este trabalho.

REFERÊNCIAS

- (1) Barranco, D. G. e Mallén, M. S. "Geografía médica de la oncocercosis, género *Onchocerca* Diesing, 1841". *Rev Ins Med Trop* (São Paulo) 10:316-325, 1968.
- (2) Bearzoti, P.; Lane, E. e Menezes Fo, J. "Relato de um caso de oncocercose adquirida no Brasil". *Rev Paul Med* 70:102, 1967.
- (3) Burch, T. A. "The Ecology of Onchocerciasis". Em *Studies in Disease Ecology*. New York: Hafner Pub., 1961.
- (4) Calderón, V. M. "Enfermedad nueva en Guatemala (resumen de una conferencia)". *La Juventud Médica* 17:97-115, 1917.
- (5) Chagnon, N. A. *Yanomama the Fierce People. Case Studies in Cultural Anthropology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- (6) Chagnon, N. A.; Neel, J. V.; Weitkamp, L.; Gershowitz, H., e Ayres, M. "The Influence of Cultural Factors on the Demography and Pattern of Gene Flow from the Makiritare to the Yanomama Indians". *Am J Phys Anthropol* 32:339-350, 1970.
- (7) Hartz, P. H. "Does Onchocerciasis Occur in Surinam?" *Docum Neer et Indones Morbis Trop* 2:355-356, 1950.
- (8) Leon, L. A. e Wigodzinsky, P. "Los simúlidos del Ecuador y su importancia en medicina tropical (*Diptera, Simulidae*)". *Rev Ecuator Ent Parasitol* 1:23-39, 1953.
- (9) Little, M. D. e D'Alessandro, A. "Onchocerciasis in Colombia; Parasitological Findings in the First Observed Focus". *Am J Trop Med Hyg* 19:831-836, 1970.
- (10) Moraes, M. e Dias, L. B. "Oncocercose no Estado do Amazonas." *Rev Inst Med Trop*, (São Paulo) 14:330-333, 1972.
- (11) Moraes, M. e Chaves, G. M. "Um caso de oncocercose no Território de Roraima, Brasil." *Rev Inst Med Trop* (São Paulo). (Em publicação).
- (12) Robles, R. "Oncocercose humaine au Guatemala produisant la cécité et l'erysipèle du littoral (erisipela de la costa)". *Bull Soc Path Exot* 12:442-463, 1919.

Oncocercosis en el Brasil (Resumen)

En el extremo norte del Brasil se descubrió un foco de oncocercosis en la región del río Toototobi, estado de Amazonas, al encontrarse por casualidad nódulos oncocercóticos en misioneras

norteamericanas que vivían entre indios uaicás. Este fue el primer foco de la enfermedad registrado en el Brasil. En la piel de 57 de 91 indios examinados se encontraron microfilarias de *Onchocerca*

volvulus. Todos los examinados habitaban en tres "malocas" construidas a lo largo del río, a poca distancia de donde residían dos de las misioneras. Se hallaron nódulos subcutáneos en 11 indios, uno de los cuales manifestaba microfilarias cutáneas.

El hecho de que dos de los indios examinados fueran ciegos de uno de los ojos, y que otro manifestara blefaroconjuntivitis, sugiere que la

invasión ocular debe ser relativamente común entre las personas infestadas por parásitos; por tal motivo, no se pudo investigar la presencia de microfilarias en la cámara ocular anterior. Los autores afirman que el foco descubierto puede ser muy extenso, siguiendo la distribución geográfica del grupo yanomama al que pertenecen los uaicás.

Onchocerciasis in Brazil (Summary)

A chance identification of onchocercal nodules in American women missionaries living among the Waica Indians in northern Brazil has resulted in discovery of a focus of the disease along the Toototobi River in the State of Amazonas. This is the first focus of onchocerciasis to be recorded in Brazil.

Of 91 Indians examined, 57 had *Onchocerca volvulus* microfilaria present in their skins. All these Indians were living in three *malocas* or villages along the course of that River, only a short distance from the post occupied by two of the missionaries. Subcutaneous nodules were

found in 11 of the Indians, one of whom showed no cutaneous microfilaria.

The fact that two of the Indians examined were blind in one eye and another had blepharoconjunctivitis suggests that ocular involvement may be relatively common among those infected with the parasite. However, examinations for microfilaria in the anterior chamber of the eye were not performed.

The authors believe that the focus discovered may be quite extensive, corresponding to the geographic distribution of the Yanomama Indian group to which the Waica Tribe belongs.

L'onchocercose au Brésil (Résumé)

La découverte fortuite de nodules de l'onchocercose chez des missionnaires américaines vivant parmi des indiens Uaicás dans l'extrême nord du Brésil a permis de détecter un foyer d'onchocercose dans la région du fleuve Toototobi, Etat de l'Amazonie. Des 91 indiens examinés, 57 avaient des microfilaries d'*Onchocerca volvulus* dans la peau. Tous vivaient dans trois huttes érigées le long de ce fleuve, très près de l'endroit où résidaient deux des missionnaires. On a trouvé des nodules sous-cutanées chez 11 indiens dont l'un ne présentait pas de microfilaries dans

la peau.

Le fait que deux des indiens examinés souffraient d'une cécité monoculaire et que l'autre oeil avait une blépharoconjunctivite semble indiquer que l'invasion oculaire est probablement assez courante chez les individus parasités. C'est pourquoi il n'a pas été possible de faire l'examen des microfilaries dans la chambre antérieure de l'oeil. Les auteurs pensent que le foyer découvert est étendu et qu'il couvre la région habitée par le groupe Yanomama auquel appartiennent les Uaicás.

EXPOSICION HUMANA A LA IRRADIACION MEDICA EN PERSPECTIVA¹

Dr. G. Gómez Crespo²

En este estudio se pone de manifiesto que los rayos X utilizados con fines diagnósticos constituyen la fuente principal de la exposición humana a las radiaciones ionizantes. Por consiguiente, incumbe al médico y al técnico la seria responsabilidad de reducir esa exposición a las radiaciones, sin perjuicio de los beneficios diagnósticos que se pueden obtener de las mismas.

Fuentes y dosis de radiación

Para poder apreciar la importancia relativa de la exposición humana a la radiación con fines médicos, es esencial examinar las distintas fuentes de radiación y el nivel de las dosis que el hombre recibe de tales fuentes. Antes de entrar en detalle acerca de la irradiación por razones médicas, se considerarán las radiaciones ambientales, la irradiación profesional y diversas fuentes de radiación.

Radiaciones ambientales

Radiaciones naturales

Desde que el hombre apareció sobre la tierra, ha estado expuesto continuamente a las radiaciones naturales, y hasta hace menos de un siglo, sólo a ellas. Aun hoy día, a pesar del uso generalizado y creciente de aparatos que producen radiaciones, de la contaminación radiactiva generalizada que han causado los ensayos de armas nucleares y la aplicación, cada vez más frecuente, de la energía nuclear y de los radioisótopos, las fuentes naturales constituyen la causa principal de la exposición a las radiaciones para la mayor parte de la población humana, y es probable que esa situación prevalezca en un futuro previsible.

Las radiaciones naturales tienen dos ori-

genes: extraterrestres y terrestres. La dosis de rayos cósmicos que recibimos es bastante constante en cualquier punto de la superficie de la tierra, pero varía con la latitud, y en mayor medida con la altitud.

Radiación extraterrestre. Valor típico a nivel del mar, en una latitud templada: aproximadamente 30 milirrads por año.

Radiación terrestre. Procede de los núclidos radiactivos, presentes en cantidades variables en todos los suelos y rocas, en la atmósfera y en la hidrósfera, y de los radionúclidos que pasan del suelo al hombre a través de cadenas alimentarias o por inhalación y se depositan en sus tejidos.

Irradiación externa: aproximadamente 50 milirrads por año.

Irradiación interna: aproximadamente 20 milirrads por año.

Radiaciones del medio causadas por el hombre

Ensayos de armas nucleares en la atmósfera y en la superficie terrestre. Ingestión de estroncio-90 y radiaciones externas de cesio-137: la dosis total per cápita que habrá recibido, entre 1955 y 2000, toda la población mundial a causa de los ensayos efectuados entre 1955 y finales de 1970, equivale a unos dos años de irradiación de fuentes naturales. Es probable que esa dosis sea un poco más elevada. Yodo-131: la dosis anual absorbida por la glándula tiroidea de la población infantil del Hemisferio Austral alcanzó a varias decenas de milirrads después de los ensayos nucleares efectuados en 1970 y 1971.

¹ Trabajo presentado en la reunión del Grupo Regional de Estudio sobre Protección Radiológica, celebrada en Lima, Perú, del 19 al 23 de noviembre de 1973.

² Asesor Regional, Radiaciones y Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, Washington, D.C., EUA.