

FATORES RELACIONADOS À TRANSMISSÃO DAS GEOHELMINTÍASES

Léa Camillo-Coura *

Apresenta-se uma ampla revisão dos diferentes fatores e mecanismos relacionados à transmissão das geohelmintíases.

De um modo geral, a endemicidade das geohelmintíases depende fundamentalmente da presença de indivíduos infectados, da contaminação fecal do solo, de condições ecológicas favoráveis ao desenvolvimento de estádios infectivos e do contato entre o indivíduo sã e o solo infectado.

CONTAMINAÇÃO FECAL DO SOLO

Focos endêmicos de geohelmintíases ocorrem sabidamente em muitas áreas do mundo e, no presente, estas infecções são capazes de se estender facilmente pelas maiores possibilidades do homem nos seus deslocamentos.

Infecções esporádicas podem, assim, ocorrer em qualquer região; este é o problema que, no momento, enfrentam países altamente desenvolvidos que recebem imigrantes provenientes de zonas de alta endemicidade (16), e mesmo países em fase de desenvolvimento devido às migrações internas, como acentuam Barreto, Bruce-Chwatt e Suassuna & Coura (5; 8; 63), pela possibilidade das parasitoses virem a representar um problema de importância na saúde destas comunidades.

Barreto (5) afirma: "estes movimentos migratórios internos de maior ou menor vulto conforme as circunstâncias imediatas que os determinam têm tido e continuam a ter influência considerável na dis-

seminação de nossas endemias, em particular aquelas de etiologia parasitária, quer introduzindo doentes em áreas até então indenes, quer introduzindo indivíduos sãos em áreas endêmicas ou em focos enzoóticos, quer criando condições favoráveis à proliferação de vetores, quer estabelecendo condições sanitárias precárias".

É necessário considerar que os hábitos higiênicos do hospedeiro humano — neste aspecto sendo da mais relevante importância o seu estado sócio-econômico — aliados às condições favoráveis do meio para o desenvolvimento das fases infectivas, podem afetar a incidência das nematodioses pela possibilidade da maior ou menor contaminação do solo com matéria fecal.

Ainda de marcada importância na contaminação fecal do solo é o uso que se faz, em certas regiões, de fezes humanas como fertilizante; quando não devidamente tratadas, o que ocorre com relativa frequência, estas fezes, habitualmente ricas em ovos de parasitos, servem como um agente destacado na disseminação das geohelmintíases.

FATORES ECOLÓGICOS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO DOS ESTÁDIOS LARVÁRIOS

No ciclo biológico destes helmintos, o solo desempenha o papel do hospedeiro

* Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da U.F.R.J. Parte da tese de Livre-docência à Clínica de Doenças Infecciosas e Parasitárias, 1971.

Recebido para publicação em 20-8-1972.

intermediário; recebe, através da deposição de fezes contaminadas, estádios que não são infectivos e permite condições para o seu desenvolvimento até a fase infectante e, além disso, protege o parasito infectante durante um determinado período. Conseqüentemente, o solo constitui o "meio infectivo" para o hospedeiro, no caso o homem.

A *infectividade do solo* depende de alguns fatores, quais sejam o número de ovos depositados em uma determinada área, o número de ovos que conseguem desenvolver-se até se tornarem infectantes e o tempo de sobrevivência dos estádios infectantes. O primeiro fator, ou seja, o número de ovos depositados no solo, está em estreita relação com a densidade da população da área considerada, bem como de seus hábitos de vida, com a carga parasitária, especialmente de parasitos fêmeas, com a oviposição e com o contato mais ou menos eficaz entre as fezes e o solo, de modo a permitir a evolução biológica do parasito. O número de ovos que consegue atingir a infectividade e o tempo de sobrevivência das larvas infectantes dependem de uma série de fatores físicos, químicos e biológicos, como temperatura, umidade, porosidade, estrutura e consistência do solo, grau de exposição à luz solar e aos ventos e ausência ou presença de certas plantas e animais (61). Estas condições nos permitem dizer, por exemplo, que os ancilostomídeos ocorrem com mais freqüência em regiões tropicais úmidas, já que aí as condições são mais favoráveis ao desenvolvimento dos seus estádios larvários; no entanto, dada a ocorrência de verdadeiros microclimas em uma região, com características próprias e distintas das encontradas habitualmente nessa áreas, seja ela tropical, temperada ou mesmo árida, há possibilidades de que a infecção por ancilostomídeos ocorra em qualquer parte, desde que satisfeitas as exigências biológicas das formas larvárias para o seu completo desenvolvimento.

Certos fatos parecem indicar que, de um modo geral, os nematelmintos, sofrem decisiva influência no seu desenvolvimento de acordo com os *tipos de solo*.

Os ancilostomídeos, por exemplo, são mais prevalentes em solos arenosos, principalmente ricos em humus ou outras substâncias orgânicas, já que os solos argilosos

têm tendência a reter água e tornam-se menos areados quando de chuvas excessivas, dificultando a migração larvária. Culturas de fezes realizadas por Augustine & Smillie (4) em diferentes tipos de solos, mostraram que, em solos arenosos, o número de larvas que chegaram à maturação foi em média de 43%, enquanto nos solos argilosos só 0,06 a 12% das larvas se desenvolveram; observaram, ainda, que quanto maior o diâmetro dos grânulos, tanto menor o número de larvas desenvolvidas, o que foi também evidenciado por Hydric, em S. Paulo, em 1919, citado por Pessoa, *in* (53) e Beaver (7), ao verificarem que, quanto mais denso o solo, menor a incidência de ancilostomose. Por outro lado, nos períodos de seca as camadas da superfície dos solos arenosos se tornam ressecadas enquanto nos solos argilosos se conserva alguma umidade; assim para ovos de *Ascaris* e *Trichuris*, a sobrevivência é maior em solos argilosos.

A *estrutura dos solos* é também importante para a migração das larvas; em solos preparados para cultura, em que os grânulos se dispõem mais frouxamente, as larvas são capazes de migrar com mais facilidade que em solos não cultivados, altamente compactos. A porosidade natural do solo deve também ser considerada: assim, solos arenosos são mais permeáveis que os argilosos, porque as partículas são maiores e os poros mais contínuos; nos solos menos permeáveis, a água se coleta principalmente na superfície, o que leva a uma distribuição horizontal das larvas dos nematódeos na ocasião das chuvas. Quando os poros estão cheios de água, a aeração é pequena e a migração larvária inibida; por outro lado, quando os poros estão desprovidos de água, esta pode ser retirada da própria larva; neste sentido, com relação à sobrevivência das larvas, dois extremos devem ser considerados: de um lado o excesso de água que as mata por aeração deficiente e, de outro, a ausência de água, que as leva à dessecação. A adequabilidade do solo depende, pois, também de sua capacidade em reter umidade (61).

No mecanismo da transmissão importa, ainda, a resistência dos ovos e larvas de nematelmintos às *temperaturas ambientes*.

De acordo com Wallace (66), a temperatura do solo mais favorável para o de-

envolvimento e migração das larvas dos nematódeos em geral está compreendida entre 20 e 30°; a 10°C o desenvolvimento de muitas espécies é inibido e a 45-50°C a maioria das larvas é destruída.

Swales & Froman, citados por Cameron, (9), estudando a ação da temperatura sobre diversos elementos parasitários no meio ambiente, puderam constatar que, para o ovo de *Ascaris lumbricoides*, o ponto de morte instantânea é de 68°C; o índice de sobrevivência à temperatura ligeiramente mais baixa é considerável e, a 65°C, mais de 30% sobrevive. Em temperatura apropriada e alto grau de umidade, o ovo alcança seu desenvolvimento até se tornar embrionado e, sendo imerso em água, a larva se libera. Os ovos não se tornam embrionados a temperaturas inferiores a 18°C, porém ovos expostos cerca de 40 dias a 23°C desenvolvem as larvas normalmente; ao se elevar a temperatura, todavia, aqueles expostos por longo tempo a baixas temperaturas antes da elevação formam larvas de vida curta. Ovos embrionados, por outro lado, podem sobreviver por 10 e não por 20 dias expostos a 20°C abaixo de zero e por 30 dias a 10°C abaixo de zero; neste sentido, Cameron (9) chama a atenção para a necessidade em se estudarem os verdadeiros "nichos ecológicos hibernados" * em que as larvas podem se situar — por exemplo, quando a temperatura no sul do Canadá é de -20°F, a temperatura do solo abaixo de uma espessa camada de neve pode estar exatamente abaixo do ponto de congelamento, o que significa que ovos de *Ascaris*, que não sobreviveriam à temperatura ambiente, podem fazê-lo sob a neve.

As larvas de ancilostomídeos são mais ativas a temperaturas entre 35 e 40°C; abaixo de 15°C permanecem praticamente sem movimentos; este termotropismo, que é uma das principais características das larvas de ancilostomídeos, associado ao tigmotropismo, produz uma grande atividade, levando-as a atravessarem a pele e outros objetos permeáveis. Larvas de *A. duodenale* resistem a baixas temperaturas, enquanto as de *N. americanus* morrem a temperaturas bem superiores a 0°C; a melhor temperatura para o desenvolvimento do *N. americanus* é entre 28 e 32°C, e para *Ancylostoma duodenale*, 5 a 8° abaixo desta.

Os estádios infectivos de ambos os nematelmintos são, no entanto, relativamente resistentes a temperaturas baixas e elevadas.

Não é exatamente conhecido o efeito da umidade sobre as fases livres dos geohelmintos; conquanto todas requiram certo grau de umidade, a quantidade não foi medida. Isto é verdadeiro também para o efeito do espectro eletromagnético na faixa dos raios visíveis e ultravioleta. Há indicações, no entanto, de que a radiação ultravioleta na chamada faixa germicida tem algum efeito deletério sobre os ovos de *Ascaris* e de outros helmintos.

Com relação ao papel das plantas na cadeia da transmissão, Wallace (66) observou que, ao redor das raízes, há uma redução de oxigênio e um aumento de gás carbônico; se uma boa difusão desses gases é necessária ao movimento larvário, já que solos compactos, por exemplo, sendo mal aerados por terem difusão de ar imperfeita, não facilitam a migração larvária, este fato deve ser tomado em consideração para o desenvolvimento das formas larvárias. As plantas têm também um papel de importância em relação ao solo como hospedeiro intermediário, por reduzirem o calor direto do sol e também por interferirem na perda de calor pelo solo, protegendo-o, assim, contra os extremos de temperatura.

Considerando a adequabilidade do meio externo para o desenvolvimento dos estádios larvários dos parasitos, deve-se lembrar que este meio se encontra em constante modificação não só devido a alterações climáticas mas também como resultado da atividade de animais, derrubadas de matas, épocas de plantio ou colheita etc. É interessante referir, ainda, que as larvas podem ser conduzidas a pontos distantes por intermédio de animais e de chuvas torrenciais, especialmente nos trópicos, sendo, portanto, capazes de disseminar a infecção do solo a grandes distâncias.

Os estádios infectivos dos geohelmintos têm que lutar contra uma série de dificuldades — animais e fungos predatórios, dessecação, congelamentos, ação de substâncias químicas, ação direta da luz solar, perturbações por causa mecânicas, as próprias migrações no solo, que exaurem suas reservas alimentares, diminuindo-lhes a sobrevivência, ingestão por hospedeiros que

* O termo é da autora.

não os naturais etc. O sucesso das larvas nesta luta — a sua capacidade de sobrevivência, enfim — é que vai determinar o índice de infectividade de uma determinada área (61, 65).

Os *Ascaris* sobrevivem tanto em solos argilosos úmidos como em solos arenosos, especialmente no primeiro tipo, sendo que, nos países tropicais, sua sobrevivência é menor que nas regiões temperadas. No Brasil, os *Ascaris* encontram condições ótimas de solo e de temperatura para sua evolução e disseminação praticamente por todo o território. O *Trichuris trichiura* tem, de certo modo, distribuição paralela à do *Ascaris lumbricoides*, apresentando-se, em nosso país, principalmente no litoral, onde o clima é quente e úmido e o solo arenoso; Pessoa (53) mostra que no litoral do Estado de São Paulo, de 989 exames realizados, 90,5% foram positivos para *T. trichiura*, enquanto no Planalto, de 1.428, a positividade desceu para 6,2% e em Santo Amaro, na Capital, atingiu índices de 77,5% de infectados.

Com relação a ancilostomídeos, a precipitação pluvial — interferindo diretamente na umidade do solo — e a temperatura influem decisivamente na incidência deste parasito. Dora Rey (57), no Brasil, mostra que a ancilostomíase, devido às chuvas abundantes que ocorrem em toda a extensão do país, associadas à precariedade das condições sanitárias, especialmente do meio rural, mas também de pequenas cidades e da periferia das grandes cidades, distribui-se por todo o país, principalmente nas zonas litorâneas e em certos Estados da Federação.

Chaia (12), em levantamento coprológico em diversas regiões climáticas, mostra que a estrongiloidíase é mais prevalente em regiões de clima tropical de altitude com chuvas de verão e em clima subtropical com chuvas bem distribuídas, ocorrendo preferentemente, além do mais, nas classes pobres.

Os índices de infecção no Brasil são geralmente elevados, em grande frequência acima de 50% de positividade. O clima e o solo do país permitem todas as condições exógenas favoráveis para a transmissão dos geohelmintos, agravadas pela más condições sociais imperantes, principalmente nas zonas rurais. Como um fator acessório, o próprio tipo de cultura agrícola, em certas

regiões, pode determinar microclimas que asseguram as condições de umidade necessárias ao desenvolvimento deste helminto, especialmente ancilostomídeos.

FATORES RELACIONADOS A SUSCEPTIBILIDADE HUMANA A INFECCÃO

Não parece haver uma predisposição racial às infecções por nematelmintos; Desowitz, Zaman & Ng (25) mostraram um discreto aumento da incidência de nematelmintos em não europeus, em Singapura. Lie Kian Joe (44) e Doby & Fourcader (28), na África ocidental, também não observaram diferenças significativas nas incidências de infecções em brancos e negros. No entanto, inquéritos levados a efeito no Texas parecem mostrar uma maior prevalência de enteroparasitos em brancos (38), o mesmo observando Coutinho & Figueira, em 1958, em São Paulo (17). A raça branca, especialmente no que se refere à ancilostomose, parece ser mais susceptível que as demais.

Há, entretanto, evidências de que a religião por várias razões pode influir na incidência da infecção; assim, as nematodioses são muito mais freqüentes em árabes que em judeus (29), em indus que em muçulmanos (16).

No que se refere à idade, nota-se uma nítida diferença entre os grupos etários e, em relação ao sexo, a diferença existente se explica principalmente se levarmos em conta, para certos geohelmintos, as atividades profissionais. Estes aspectos serão considerados em maior detalhe posteriormente.

Um dos aspectos que merece atenção com referência ao papel do homem na transmissão das geohelmintíases é o da imunidade natural que apresenta aos diferentes parasitos. Ao referir imunidade parasitária, é preferível considerar, inicialmente a susceptibilidade do hospedeiro, já que o homem é imune a uma série de parasitos por apresentar realmente uma imunidade natural, mas seus próprios parasitos constituem uma exceção, já que a eles o homem é normalmente susceptível (62).

O estudo desta imunidade compreende o conhecimento dos mecanismos pelos quais os diferentes fatores humanos po-

dem variar, favorecendo ou dificultando o parasitismo. Haley (36) considera que a *susceptibilidade de um hospedeiro* a um determinado grupo de parasitos é um reflexo das exigências dos próprios parasitos; esta *especificidade do hospedeiro* é derivada de uma longa associação no processo evolutivo e envolve não somente uma especificidade biológica, como também ecológica e do comportamento. Um hospedeiro é considerado anormal, por outro lado, quando ao ser infectado pelo parasito, observa-se uma menor prevalência, um período pré-patente alargado, uma tendência a migrações anormais das larvas, retenção tecidual das larvas, maior número de parasitos adultos atrofiados, presença de adultos em regiões ectópicas, menor produção de ovos e tempo de infecção menor; a susceptibilidade destes hospedeiros anormais pode ser aumentada por vários mecanismos, como, por exemplo, a administração de cortisona, como acentua Haley (37).

Ainda com relação ao binômio parasito/especificidade do hospedeiro, o parasitismo humano foi adquirido em várias épocas do processo evolutivo, não se conhecendo ao certo quando o homem se tornou susceptível a geohelmintos, o que possivelmente ocorreu quando passou a associar-se primariamente ao solo (56). Alguns parasitos foram adquiridos através do determinismo de fatores do meio ambiente e neste grupo situam-se aqueles que o homem alberga em comum com outros animais, como na equinococose. Outros foram provavelmente adquiridos filogeneticamente, isto é, adquiridos através de animais muito próximos como os macacos, tornando-se posteriormente adaptados ao homem, como ocorreu com *Enterobius vermicularis*, segundo Cameron (9); outros autores acreditam que o *Necator americanus*, do qual formas morfológicamente semelhantes ocorrem em macacos superiores, também tenha sido adquirido filogeneticamente; *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*, cujas formas semelhantes às encontradas no homem o são no porco, e *Strongyloides stercoralis* e *Ancylostoma duodenale*, que têm formas morfológicamente semelhantes no cão, parecem ter sido adquiridos quando o homem passou, nas suas fases evolutivas, a agregar-se a esses animais, rompendo-se as barreiras ecológicas e etológicas que os separavam (62).

Quando à *especificidade do hospedeiro*, segundo Sprent (61), no caso de ancilostomídeos o homem é considerado o hospedeiro normal, embora parasitos morfológicamente semelhantes sejam referidos em vários animais. *Strongyloides stercoralis* têm sua especificidade menos precisa: há *Strongyloides* morfológicamente semelhantes que parasitam o cão, como já referimos, não se sabendo ao certo se serão uma mesma espécie e se o cão desempenharia o papel de um reservatório. *Trichuris trichiura* é usualmente considerado parasito exclusivo do homem, embora formas semelhantes sejam encontradas no porco que poderia, atualmente, agir também como um reservatório do parasito (3). No caso do parasitismo por *Ascaris lumbricoides* há ainda grande controvérsia: seriam *A. lumbricoides* e *A. suum* uma mesma espécie? Investigações de Koino, em 1922 (42) mostram, no entanto, que infecções humanas por *A. suum* não permitem o desenvolvimento completo do ciclo biológico do parasito, ocorrendo no homem apenas fenômenos pneumônicos: seriam, pois, estes parasitos, segundo De Baer (23), espécies distintas embora morfológicamente semelhantes. Há mais recentemente, no entanto, referências sobre a possibilidade da maturação de *A. suum* no homem (41).

Uma série de fatores, aliados ao fator da especificidade do hospedeiro, influi na susceptibilidade do homem às infecções por geohelmintos; tais variações ocorrem nos diferentes grupos etários, raciais, ocupacionais etc. ou de acordo com o sexo, tipo de dieta ou outros fatores fisiológicos.

Com relação ao *sexo*, no que se refere ao aspecto imunitário, há uma série de investigações experimentais que indicam que os animais machos são mais susceptíveis ao parasitismo; no caso do *Nippostrongylus brasiliensis*, a maior resistência das fêmeas só se manifesta, entretanto, após uma certa idade (36). Pouco se sabe sobre os possíveis mecanismos humorais que poderiam influenciar nesta diferença sexual da imunidade natural dos hospedeiro aos parasitos, embora Sadun (59) reconheça que alguma ação hormonal, conhecida ou não, possa direta ou indiretamente nela influir. Em relação à susceptibilidade do homem a *Ascaris*, *Trichuris* e ancilostomídeos, parece não haver diferenças

em relação ao sexo e aquelas ocasionalmente encontradas provavelmente o são por determinismo do comportamento.

Com relação à ancilostomíase, por exemplo, como a via comum de penetração é a pele, as possibilidades de infecção tornam-se tanto maiores quanto mais íntimo o contato da pele com o solo; assim, qualquer ocupação ou atividade associada diretamente ao solo, especialmente se contaminado com fezes humanas, facilitará a ocorrência da infecção. Por outro lado, como já referido, condições sociais, religiosas, econômicas e outras poderão limitar as possibilidades de infecção. Deve-se lembrar que mesmo indivíduos com boas condições higiênicas, habituados ao uso permanente de calçados, podem esporadicamente adquirir a infecção, possivelmente por via oral.

O *Strongyloides* tem uma distribuição geográfica paralela à dos ancilostomídeos; sua via de penetração é a mesma — ressaltados os casos de auto-infecção — e sua transmissão está também ligada a um contato íntimo da pele com o solo; da mesma maneira, quer ocasionalmente, quer pela falta do uso de calçados, quer por condições profissionais, adquire-se a strongiloidíase.

No que diz respeito a *Ascaris* e *Trichuris*, sua incidência é maior em crianças, não importando a que sexo pertençam, especialmente nas de menor grupo etário, o que se explica, de certo modo, pelo fato de que, no seu desenvolvimento, o ser humano, não se considerando a que grupo racial ou cultural pertença, passa por um período aparentemente normal de "dirt eating"; em muitas áreas esta fase vai dos 10 meses aos 4 anos de idade. Neste intervalo, comem-se imundícies deliberadamente, em contraste com épocas posteriores da vida quando só por acidente isto ocorre. Assim, a infecção por *Ascaris lumbricoides* e outras geohelmintíases que reconhecem o mesmo modo de transmissão, incidem mais comumente em crianças entre 1 e 4 anos, na maioria das áreas endêmicas. Por outro lado, os ovos de *Ascaris* são adesivos, de modo que se prendem a qualquer objeto com que entrem em contato e, se as fezes são usadas como fertilizantes, hábito freqüente em várias regiões, estes ovos fixam-se às plantas e desse modo são transferidos ao homem ao

alimentar-se. É interessante referir que Zdzienwicki & Newesielski (67), em Varsóvia, examinando legumes e verduras em um mercado local, encontraram ovos de *Ascaris* em 47 a 93% dos exemplares examinados.

Desta maneira, por uma série de mecanismos o homem pode infectar-se pelo *Ascaris* e possivelmente também por *Trichuris*. A infecção geralmente ocorre ao acaso, sem relação com os tipos de atividade exercida; pode instalar-se, portanto, através do solo, diretamente, as crianças levando a terra à boca; através da poeira, fato amplamente assinalado por Pessoa (53) em nosso meio; através da água, de vegetais etc.

No que se refere à idade, Haley, em 1963, provou, através de uma série de experiências, que a susceptibilidade à infecção por parasitos é maior nos animais jovens, diminuindo inversamente com a idade, algumas vezes de maneira súbita no início da maturidade sexual, fato que também se observa em animais domésticos (68). Esta imunidade relacionada à idade deve ser adquirida, segundo Haley (37) por processos que afetam: a) barreira glicoproteica da pele, interferindo com a penetração de larvas; b) o mecanismo de formação de anticorpos; c) o equilíbrio endócrino; d) fatores do trato alimentar no animal em crescimento. Por outro lado, com o crescimento, os animais estão sujeitos a reinfeções, apresentando graus crescentes de resistência, provavelmente na dependência de uma imunidade adquirida.

No entanto, com relação às infecções humanas por geohelmintos, não parece haver, à exceção dos fatos já assinalados para ascariíase, variação de incidência de acordo com os diferentes grupos etários; parece-nos, no entanto, que ela estaria mais sujeita a variações do comportamento e, ainda, de condições sócio-econômicas. O que se observa, em diferentes partes do mundo, por exemplo, em relação à ancilostomose é praticamente o oposto ao que se observa em experimentações animais; há um aumento da incidência e mesmo da intensidade da infecção da adolescência até a quarta década da vida (1; 13; 14; 24; 30; 39; 45; 46; 52). Com relação a *Ascaris* e *Trichuris*, estas nematodioses distribuem-se diferentemente quanto ao grupo etário; ocorrem, como já assinalado, de

preferência na infância, como mostram os trabalhos de Lie Kian Joe, na Malaia (44), de Hsieh, em Formosa (39), de Faust, na Colômbia (30), de Dias, Cunha & Dias em Bambuí, Minas Gerais (27), de Ferreira, Negrisoni, A. do Brasil, Coutinho & Rodrigues da Silva, na Guanabara (31), entre outros.

Há evidências epidemiológicas, portanto, em todas as regiões endêmicas de que as diferenças que ocorrem na incidência de *Ascaris*, *Trichuris* e ancilostomídeos no que se refere aos grupos etários, são conseqüentes a fatores etológicos e ecológicos e não a situações fisiológicas e imunológicas particulares às diferentes faixas etárias.

A dieta é importante na infecção helmíntica inicialmente porque o próprio hábito alimentar pode determinar o mecanismo da infecção; assim, por exemplo, o comportamento alimentar de certos ruminantes conduz à infecção por *Trichostrongylus*; roedores que experimentalmente aceitam a infecção por ascarídeos, naturalmente não a adquirem porque seus hábitos alimentares não o permitem (62). No homem, da mesma maneira os hábitos alimentares certamente influem na susceptibilidade aos geohelmintos.

É importante a dieta, por outro lado, porque certos parasitos requerem constituintes alimentares, como o ácido para-aminobenzóico (62). A deficiência de hidratos de carbono, por exemplo, é prejudicial ao estabelecimento do parasitismo por helmintos; experiências em ratos infectados por *H. diminuta* mostram que estes cestódeos se tornam pequenos quando os hospedeiros ingerem 5 g de hidratos de carbono e crescem normalmente quando se eleva esta dose para 8 g (53).

Por outro lado, as dietas nas áreas endêmicas são deficientes em proteínas animais, o que favorece ou agrava direta ou indiretamente as parasitoses em estudo e particularmente a ancilostomíase. Janz, Pinto, França e Barbosa (40), no seu estudo da relação entre dieta do hospedeiro e helmintíases, concluem que, nos indivíduos bem nutridos, os efeitos das parasitoses são discretos, "que a sideropenia é a primeira alteração observada nas fases iniciais da infecção e que a absorção de riboflavina está diminuída". Gilman & Gilbert (34) observaram uma acentuação

do parasitismo de chimpanzés em cativeiro e, empregando uma dieta equilibrada e instalações sanitárias higiênicas, conseguiram a cura do parasitismo intestinal. Foster & Cort (32), trabalhando experimentalmente em cães, verificaram que estes animais, quando subnutridos e parasitados por *A. caninum*, apresentavam parasitismo intenso e, quando submetidos a uma dieta normal, o número de vermes diminuía, com eliminação de vermes adultos até a cura completa, sem introdução de tratamento antiparasitário.

No Brasil, a dieta das populações nas áreas endêmicas é deficiente em proteína animal, o que favorece ou agrava direta ou indiretamente as parasitoses em questão e, em particular, a ancilostomose (10; 11; 15). W. O. Cruz (18; 19; 20; 21; 22) chama a atenção, em nosso país, para a influência de dietas pobres em ferro e proteínas na instalação da anemia ancilostomótica.

Pessoa & Silva (55), no sertão paraibano, verificaram que 5% das famílias investigadas nunca se alimentavam de carne, 62% a ingeriam em pequenas quantidades; 58% não bebiam leite e 58% não comiam ovos. Em trabalho realizado em Sumidouro, no Estado do Rio, tivemos a oportunidade de observar que, em uma população altamente infectada, aproximadamente só 10% dos lavradores de duas fazendas investigadas eram habituados ao consumo de carne; alimentavam-se ocasionalmente de ovos e de leite, sendo a base do seu regime alimentar legumes e verduras (Camillo-Coura & Rodrigues da Silva, dados não publicados).

As deficiências nutritivas diminuem, portanto, a resistência do hospedeiro às infecções helmínticas; em geral, em áreas subdesenvolvidas onde as deficiências proteicas, de vitaminas A, de ferro, e outras são comuns, observa-se um paralelismo com as infecções helmínticas. Por outro lado, as próprias infecções helmínticas interferem com a nutrição do hospedeiro e podem ser um fator precipitante no agravamento de estados de desnutrição.

Ainda no que se refere à imunidade do homem às infecções por helmintos, resta-nos referir que a imunidade adquirida depende, no caso em particular, da formação de anticorpos contra determinado parasito; as respostas imunitárias se fazem

notar principalmente por ação das formas larvárias ou por parasitos que são encontrados no sangue ou no interior dos tecidos, os parasitos da luz intestinal determinando menor resposta imunitária. Refere-se a existência de mecanismos no homem que podem ser avaliados por reações de aglutinação, fixação do complemento, imunofluorescência e reações intradérmicas, mas não se conhece realmente qual a extensão do efeito protetor destes anticorpos, dados os resultados controversos de diferentes autores (6; 51) consideram-se, ainda, dois tipos de substâncias antigênicas elaboradas pelos parasitos: antígenos funcionais, elaborados por agentes vivos não adultos (12 35; 49), tendendo a impedir as reinfecções, e antígenos não funcionais ou somáticos, que induzem a elaboração de anticorpos testemunhas do parasitismo. Certos fatores, como nutrição e raça, parecem desempenhar um papel importante no desenvolvimento da imunidade adquirida; de um modo geral, neste sentido, os casos de infecções humanas por ancilostomídeos e *Ascaris* frequentemente se acompanham de nutrição deficiente.

A demonstração de precipitados quando as larvas são colocadas em soro imune, fato demonstrado para *A. caninum* por Otto (50), para *S. ratti*, por Lawlor (43) e para *A. suum* por Oliver Gonzalez (50), bem como outros achados parecem indicar

que os anticorpos circulantes afetam as larvas "in vitro"; há no entanto, pouca referências de que este fenômeno ocorra "in vivo". Parece haver pouca correlação entre o grau de imunidade e os títulos de anticorpos no soro; praticamente não se tem conseguido obter imunidade através da transferência passiva de anticorpos, embora pequeno nível imunitário em animais tenha sido conseguido através de soro imune em infecções por *Trichinella spiralis*, *Nippostrongylus muris* e *Dictyocaulus viviparus*. Um número ainda limitado de experiências tem demonstrado transferência de imunidade passiva através de células linfóides, o que leva à suposição de que a imunidade adquirida aos helmintos seja do tipo de "hipersensibilidade retardada" (60).

Com relação à resposta celular frequentemente rica em eosinófilos, as infecções primárias geralmente se acompanham de um infiltrado celular que não desempenha, no entanto, papel fagocitário significativo contra as larvas; as reinfecções, porém, caracterizam-se por infiltrado celular mais eficiente devido a uma provável ação estimulante e facilitadora do efeito parasiticida direto de anticorpos específicos; em geral, no caso dos nematódeos, as larvas são imobilizadas, a partir deste mecanismo, pelo agrupamento de células ao seu redor (62).

SUMMARY

A review is presented on the different mechanisms and agents related to the epidemiology of soil-transmitted helminths. Special attention is given to the fecal contamination of the soil, to the environmental factors related to the free-living stages development and to the human susceptibility to helminthic infection.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDALLAH, A. — Ancylostomiasis in Egypt. — Mimeographed Document WHO/Helminth/16, 1963.
2. ANDREWS, J. — New methods of hookworm disease investigation and control. *Amer. J. Publ. Hlth.*, 32: 282, 1942.
3. APPASOV, R.N. — Intestinal parasites of man and pigs in the Alma-Ata region. *Tr. Inst. Zool. Akad. Nauk. Zozaz. SS. R.*, 12: 86, 1960. Citado por Sprent, WHO/Helminth/67, 1963.
4. AUGUSTINE, D.L. & SMILLIE, W.G. — The relation of the type of soils of Alabama to the distribution of hookworm disease. *Amer. J. Hyg. Supl.*, 6: 80, 1962.

5. BARRETO, M.P. — Movimentos migratórios e sua importância na epidemiologia de doenças parasitárias no Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 1: 91, 1967.
6. BEAVER, P.C. — Immunities to *Necator americanus* infection. *J. Parasit.*, 31: (Suppl.) 18, 1945.
7. BEAVER, P.C. — Environmental factors related to the free-living stages. Mimeographed document WHO/Helminth/44, 1963.
8. BRUCE-CHWATT, L. J. — Movements of populations in relation to communicable diseases in Africa. *East Afr. Med. J.*, 45: 266, 1968.
9. CAMERON, T. W. M. — Environmental factors related to the free-living stages. Mimeographed document WHO/Helminth/15, 1963.
10. CASTRO, J. — *Geografia da fome*. Rio de Janeiro, Editora Cruzeiro, 1948.
11. CASTRO, J. — *Geopolítica da fome*. 2ª ed. Rio de Janeiro, Editora Casa do Estudante do Brasil, 1953.
12. CHAIA, G. — Studies on methods of strongyloidiasis control. *Abst. & Reviews*, VIIIth Internat. Cong. Trop. Med. & Malaria, Teheran, pág. 219, 1968.
13. CHANDLER, A. C. — Interrelations between nutrition and infectious diseases in the tropics. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 6: 195, 1957.
14. CHANG, K. — Studies on hookworm disease in Szechwan Province, West China. *Amer. J. Hyg. Monog.* Ser. nº 19, 1949.
15. CHAVES, N. — *Problema alimentar do Nordeste brasileiro*. Recife, Livraria Editora Médico-Científica, 1946. Citado por Pessoa, S. B., in *Rev. Med. S. Paulo*, 1: 57, 1959.
16. CHOWDHURY, A. B., SCHAD, G. A. & SCHILLER, E. L. — The prevalence of intestinal helminthiasis in religious groups of a rural community near Calcutta. *Amer. J. Epid.*, 87: 313, 1968.
17. COUTINHO, J. O. & FIGUEIRA, F. — Note on intestinal parasitism in children in Manaus. *Pediat. Prat.* (S. Paulo), 29: 15, 1958.
18. CRUZ, W. O. — Da medula óssea na ancilostomose. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 27: 423, 1933.
19. CRUZ, W. O. — Patogenia da anemia na ancilostomose. I. Portador de parasitos. Relação entre a atividade do helminto e a deficiência de ferro na gênese da doença. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 28: 391, 1934.
20. CRUZ, W. O. — Patogenia da anemia na ancilostomose. II. Causas determinantes dos fenômenos regenerativos nessa anemia e contribuições para elucidar o seu mecanismo interno. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 29: 263, 1934.
21. CRUZ, W. O. — Hemoglobinometria e nível de vida das populações. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 34: 261, 1939.
22. CRUZ, W. O. — Aspectos sociais na profilaxia da anemia ancilostomótica. *Ciência & Cultura*, 1: 171, 1949.
23. DE BAER, 1935 — Citado por Pessoa, S. B., em *Parasitologia Médica*, 7ª edição, Rio, 1967.
24. DE CARVALHO, J. D. — Avaliação da intensidade da ancilostomose no município de Antonino. *O Hospital*, 36: 739, 1949.
25. DESOWITZ, R. S. — The incidence of soil transmitted helminthiasis in Singapore. Mimeographed document WHO/Helminth/18, 1963.
26. DESOWITZ, R. S., ZAMAN, V. & NG, W. K. — The incidence of intestinal parasites in various communities of Singapore Island. *Singapore Med. J.*, 2: 91, 1961.
27. DIAS, J. C. P., CUNHA D. A. & DIAS, E. — Prevalência de enteroparasitoses humanas no município de Bambuí, oeste de Minas Gerais. *O Hospital*, 75: 603, 1969.
28. DOBY, J. M. & FOURCARDER, R. — L'ascaridiose et la trichocephalose chez les enfants autoctones de la région de Yaounde (Cameroun). Résultats récapitulatifs concernant le parasitisme intestinal par helminths. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 50: 937, 1957.
29. ETTINGER-TUICZYNAKA, R. — Intestinal parasites in the Rehovot District before and after Arab evacuation. *Harefuah*, 44: 59, 1953. Citado por Sprent, WHO/Helminth/69, 1963.
30. FAUST, E. C. — Observations on helminths contracted by man from the soil in the republic of Colombia. Mimeographed document WHO/Helminth/14, 1963.
31. FERREIRA, L. F., NEGRISOLI, D., BRASIL, H. A., ALONSO, D., COUTINHO, S. & RODRIGUES DA SILVA, J. — Incidência de enteroparasitoses em diferentes grupos populacionais do Estado da Guanabara. *J. Bras. Med.*, 6: 258, 1962.

32. FOSTER, A. O. & CORT, W. W. — The effect of diet on hookworm infestation of dogs. *Science*, 73: 681, 1931.
33. GALVÃO, A. L. A. — Estudos epidemiológicos sobre enteroparasitoses em Araraquara. São Paulo. Tese. Fac. Hig. & Saúde Públ. U. S. Paulo, 1953.
34. GILLMAN, J. & GILBERT, C. — La alimentación y su influencia sobre las enfermedades. *Congr. Mundial de Médicos para el Estudio de las Condiciones Actuales de Vida*. Viena, 1953, págs. 29-51. Citado por Pessoa, S. B., in *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 1: 57, 1959.
35. GONZALEZ-MUGABURO, L. — Alguns observaciones sobre parasitismo intestinal en escolares de Iquitos. *Rev. Med. Exp. (Lima)*, 9: 110, 1955.
36. HALEY, A. J. — Host age as a factor in natural immunities to infections of soiltransmitted helminths. Mimeographed document, WHO/Helminth/19, 1963.
37. HALEY, A. J. — Some aspects of natural immunity to infections of soil-transmitted helminths. Mimeographed document, WHO/Helminth/37, 1963.
38. HENDERSON, H. E. — Incidence and intensity of hookworm infection in certain East-Texas counties with comparison of technics. *Tex. Rep. Biol. Med.*, 15: 283, 1957.
39. HSIEH, H. C. — The incidence and intensity of common soil-transmitted infection in Taiwan. Mimeographed document WHO/Helminth/22, 1963.
40. JANZ, G. J., PINTO, G. L., FRANÇA, C. S. & BARBOSA, J. C. L. — Estado de nutrição e infecção por *Ancylostomidae*. *Anais Inst. Med. Trop. Lisboa*, 12: 35, 1955.
41. JASKOSKI, B. J. — On apparent swine *Ascaris* infection of man. *J. Amer. Vet. Med. Ass.*, 138: 504, 1961.
42. KOINO, S. — Experimental infections on human body with *Ascarides*. *Japan M. World*, 2: 317, 1922.
43. LAWLOR, H. J. — Passive transfer of immunity to the nematode *Strongyloides ratti*. *Amer. J. Hyg. Sect. D.*, 31: 28, 1940.
44. LIE KIAN, JOE — Prevalence rates of soil transmitted intestinal helminths in Malaya. Mimeographed document, WHO/Helminth/30, 1963.
45. LIE KIAN, JOE & TAN KOK SIANG — Helminthiasis of the intestinal wall caused by *Ancylostoma duodenale*. *Docum. Med. Geogr. Trop. (Aust.)*, 8: 75, 1956.
46. MC GREGOR, I. A. & SMITH, D. A. — A health, nutritional and parasitological survey in a rural village (Keneba) in West Kiang, Gambia. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 46: 403, 1952.
47. MAC LEAN, R. D. — Imported intestinal parasites. *Med. Offr.* 99: 61, 1968.
48. MARQUES, A. N., REBELLO, E. & SNITKOWSKY, N. — A frequência das helmintíases no Instituto Fernandes Figueira. *O Hospital*, 70: 1617, 1966.
49. MORI, H. — Studies on the development of *Ascaris* larvae *A. lumbricoides* within the body of immune white mice and the formation of large granular substances of *Ascaris* larvae. *Mem. Fac. Agric. Hokkaido Univ.*, 1: 490, 1953.
50. OLIVER GONZALEZ, J. — Antigenic analysis of the isolated tissues and body fluid of the roundworm *Ascaris lumbricoides* var. *suum*. *J. Infect. Dis.*, 72: 202, 1943.
51. OTTO, G. F. — Immunity against canine hookworm disease. *Vet. Med.*, 43: 180, 1948.
52. PESIGAN, T.P. & YOGORE, M.G. Jr. — Distribution and prevalence of infections caused by soil-transmitted helminths in the Phillipines. Mimeographed document WHO/Helminth/26, 1963.
53. PESSOA, S. B. — *Parasitologia médica*. 7ª Edição Guanabara Koogan. Rio, 1967.
54. PESSOA, S. B. & PASCALE, H. — Pesquisas sobre a ancilostomose em São Paulo. IV. Análise da infestação pelo *Necator* em uma fazenda de café e cana no município de Sertãozinho. *An. Fac. Med. Univ. São Paulo* 13: 181, 1937.
55. PESSOA, S. B. & SILVA, L. H. P. — Parasitoses intestinais, a alimentação e saúde do sertanejo da Paraíba. *Patologia Geral*, Rio de Janeiro, 16: 94, 1955.
56. POLGAR, S. — *A evolução e as doenças da humanidade. Panorama da Antropologia*. Editora Fundo de Cultura, 1966.

57. REY, DORA W. — Condições geográficas da distribuição da ancilostomose no Brasil. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 3: 186, 1961.
58. ROBERTS, F. H. S. — The large roundworm *A. lumbricoides* of pigs. Bull. nº 1, Austr. Health Sta., Austrália. Citado por Sprent, WHO/Helminth/69, 1963.
59. SADUN, E. H. — Gonadal hormones in experimental *Ascaridia galli* infection in chicken. *Exper. Parasit.*, 1: 70, 1951.
60. SOULSBY, E. J. L. — Prophylaxis of helminth diseases. — In *Clinical Aspects of Immunopatology*, Gell & Coombs, Philadelphia, 1968.
61. SPRENT, J. F. A. — Factors influencing transmission. Mimeographed document WHO/Helminth/68, 1963.
62. SPRENT, J. F. A. — *Immunity to infections of soil-transmitted helminths*. Mimeographed document WHO/Helminth/69, 1963.
63. SUASSUNA, A. & COURA, J. R. — Esquistossomose mansoni no Estado da Guanabara. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 3: 59, 1969.
64. TALLIAFERRO, W. H. & SARLES, M. P. — The cellular reactions in the skin, lungs and intestine of normal and immune rats after infection with *Nippostrongylus muris*. *J. Infect. Dis.*, 64: 157, 1939.
65. TIMOSHIN, D. G. & TCHEFRANOVA, J. A. — Influence of physical and biological agents on the *Ascaris* eggs and soil self-purification of eggs. *Abstracts & Reviews*, VIIIth Int. Cong. of Trop. Med. & Malaria, Teheran, pág. 211, 1968.
66. WALLACE, H. R. — Environmental factors influencing the transmission and distribution of the free-living stages of soil-transmitted helminths. Mimeographed document, WHO/Helminth/17, 1963.
67. ZDIENWICKI, S. & NEWESIELSKI, T. — Eggs of parasites of the alimentary tract in vegetables from the Warsaw Market. *Wiad. Parazyt.*, 6: 7, 1960.