

O ambiente geoquímico e os problemas de saúde na China

Nian-Feng Lin¹, Jie Tang^{1,2} & Jian-Min Bian

¹College of Environment and Resources, Jilin University, Caoyang Campus, 6 Ximinxu Street, Changchun City, Jilin 130026, PR China

²Author for correspondence (fax: +86-431-8502606; e-mail: tangjie@jlu.edu.cn)

Recebido 19 outubro 2000 - Aceito 13 outubro 2003

Tradução

Carlos Alberto C. Lins

Coordenador Técnico Nacional

PGAGEM - Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

Abstract

China is a very large developing country covering vast territories and having a complex natural environment. It has an enormous population and numerous endemic diseases. The total population of China is 14×10^8 of which 3×10^3 live in endemic disease-affected areas and $0,48 \times 10^3$ suffer from these diseases. The distribution of the endemic diseases has obvious geographical characteristics. Among the most harmful and widely distributed of the endemic diseases are Kaschin-Beck disease, Keshan disease, iodine deficiency, endemic fluorose and hepatic carcinoma. The geographical environments have a close relationship to endemic diseases and are influenced by climate, geology, landform, soil, food and drinking water. Drinking water is the key issue, since polluted water, or water lacking in or having an excess of certain minerals and elements, as well as water containing certain organic components, has been shown to be harmful to human health. Research has shown that some diseases can be reduced or eliminated by paying attention to the way drinking water is obtained, as well as by improving the nutritional values of the food by eliminating negative components. Fifty years of research has already gone into this subject and there is still much research to be done. This paper puts forth a model of health problems related to geographical environment and the importance of continued research in this field.

Resumo

A China é um país em desenvolvimento muito grande cobrindo vasto território e tem um ambiente natural complexo. Possui uma enorme população e numerosas doenças endêmicas. A população total da China é de 1,4 bilhões de pessoas dos quais 300 milhões vivem em áreas afetadas por doenças endêmicas e 48 milhões sofrem dessas doenças. A distribuição das doenças endêmicas tem características geográficas óbvias. Entre as mais prejudiciais e mais amplamente distribuídas das doenças endêmicas estão a doença de Kaschin-Beck, a doença de Keshan, a deficiência em iodo (bócio), a fluorose endêmica e o carcinoma hepático.

Os ambientes geográficos têm uma relação íntima com as doenças endêmicas e são influenciados pelo clima, geologia, relevo, solo, alimentação e água potável. A água potável é o principal fator, visto que a água poluída, a deficiência ou excesso de alguns minerais ou elementos na água, ou ainda a presença de componentes orgânicos na água, têm sido demonstrados como sendo prejudiciais a saúde humana. Pesquisas têm demonstrado que algumas doenças podem ser reduzidas ou eliminadas prestando-se mais atenção ao modo que a água potável é obtida, como também melhorando os valores nutricionais da alimentação pela eliminação de componentes negativos. Cinquenta anos de pesquisas já foram desenvolvidos neste assunto e existem ainda muitas pesquisas para serem feitas. Este trabalho apresenta um modelo de cenário com problemas de saúde relacionados aos ambientes geográficos como também a importância da continuidade de pesquisa neste campo.

Introdução

A China é um país muito grande tendo uma grande variedade de zonas ambientais que vão dos climas temperados até os subtropicais. É muito rica em recursos naturais, em água subterrânea, em solos e em organismos, assim como também em recursos minerais e marinhos. Existem vários, sérios e específicos problemas de saúde em determinadas regiões geográficas. É de grande importância que países similares conduzam estudos sobre como melhorar o nível de saúde da sua população promovendo o desenvolvimento econômico.

Distribuição de vários tipos de doenças endêmicas na China

Este trabalho discutirá doenças endêmicas biogeoquímicas e outras doenças relacionadas ao solo e a água. Entre tais doenças estão a de Keshan, a de Kaschin-Beck, a fluorose, o arsenismo, a toxicose de selênio, a toxicose do tálio, a deficiência de iodo (bócio), a esterilidade endêmica, e também os carcinomas do sistema digestivo conectivo. Estas doenças envolvem os sistemas cardiovasculares, esqueléticos, endócrinos, reprodutivos, digestivos, neurais, e tegumentários e estão associados com determinadas áreas geográficas (Lin 1986, 1991).

Desde o final dos anos 60 até o começo dos anos 80 um projeto de pesquisa multidisciplinar de longo prazo foi conduzido envolvendo médicos e cientistas ambientais. As conclusões deste projeto foram que as doenças endêmicas estão distribuídas geograficamente, como a doença de Kaschin-Beck que ocorre principalmente nas regiões montanhosas do nordeste e norte da China, nos platôs de Loess do noroeste da China e nas cabeceiras da drenagem Zhuoshui na Província de Taiwan. Esta doença está distribuída em um cinturão descontínuo que se estende deste o nordeste até o sudoeste, localizado principalmente na zona de clima transacional (Lin 1991, Figura 1). A doença de Keshan tem uma distribuição semelhante, mas é também encontrada em zonas úmidas, como nas Províncias de Sichuan e Yunnan (Figura 2).

A deficiência de iodo (bócio) é encontrada em cerca de metade da área da China, ocorrendo principalmente na zona úmida e nas áreas medianamente e altamente montanhosas das outras zonas climáticas (Figura 3). A deficiência em iodo (bócio) está associada principalmente com o

aumento de cárie dentária (sic) (Wang & Zhang 1985). A doença bócio endêmico é um resultado elevados níveis de iodo encontrados (sic) nas áreas de Qingyun, Zhanhua, Wudi, e Dezhou na Província de Shandong; Xincheng e Huanghua na Província de Hubei; e na cidade de Kuitun na Província Xinjiang. As rochas expostas nas áreas com doenças endêmicas são de um ambiente deposicional de transição entre marinho e continental (Yu 1983).

A fluorose endêmica ocorre principalmente nas planícies das zonas áridas e semi-áridas. A fluorose endêmica, devido a fonte da água e a queima de carvão, é encontrada em algumas das áreas montanhosas. Esta última está distribuída principalmente nas áreas montanhosas das Províncias de Sichuan, Yunnan e Guizhou onde o carvão, rico em flúor, é usado para assar alimentos, o que causa a fluorose endêmica (Wu 1984, 1986; Figura 3).

Embora carcinomas não sejam considerados doenças endêmicas, a distribuição geográfica de carcinomas hepáticos, de esôfago e gástricos é marcante e eles estão associados freqüentemente uns com os outros. A taxa de mortalidade média do carcinoma de esôfago é $11/10^5$, e o número é mais alto no norte que no Sul e mais alto no interior do que nas áreas costeiras. A taxa de mortalidade média de carcinoma hepático é $10/10^5$; a taxa é geralmente mais alta no sul que no norte, mais alto no leste que no oeste, e mais altas nas áreas costeiras que no interior (Lin 1987; Sabor *et Al.* 1995; Lin *et Al.* 2000; Figura 4).

A população nas áreas de arsenismo é de mais ou menos 6×10^5 . O arsenismo ocorre principalmente na Cidade de Kuitun, na Província de Xinjiang (Wang 1986), na bacia de Datong na Província de Shanxi (Wang & Zhao 1998), nas planícies de Hetao e Hubao na Mongólia Interior (Sabor *et Al.* 1996), e em Jiayi e Tainan na Província da Taiwan (Tseng *et Al.* 1961).

A toxicose de selênio ocorre principalmente em Enshi, na Província de Hubei, e é causado pelos estratos de carvão ricos em selênio naquela região. Os níveis altos de selênio na água, no solo, e na alimentação como no milho resultam em toxicose de selênio em seres humanos e no gado (Yang 1982).

A esterilidade endêmica ocorre no baixo rio Kezi, baixo rio Gazi e nas áreas terminais dos rios a oeste da bacia Tarim na Província de Xinjiang, numa área que cobre

5.000 km². Tanto as águas do rio como as dos lençóis freáticos são ricas em sulfatos, magnésio e sódio, com mineralizações acima de até 2–3 g/L (Yan 1986; Lin & Sabor 1992; Sabor 1994).

Ambiente geográfico e saúde

Nos fatores geográficos ambientais que influenciam a saúde humana estão incluídas a geomorfologia, a estrutura geológica, a estratigrafia e litologia, o solo, os grãos, a água e assim por diante. O clima é também um fator importante. O que se segue é uma discussão breve destes fatores (Figura 5).

Geomorfologia e saúde

O relacionamento entre os fatores geográficos e a saúde humana é assumido primeiramente pelas características geomorfológicas. O bócio endêmico ocorre principalmente nas áreas montanhosas. A fluorose é geralmente encontrada nas planícies de zonas áridas e semi-áridas. O carcinoma hepático ocorre principalmente nas regiões da rede de vias fluviais no baixo rio Yangtze e nas áreas montanhosas cárstica na Província de Guangxi.

Quase toda doença endêmica tem seu padrão característico de distribuição geomorfológica regular. Pode parecer que não existe nenhuma relação direta entre a geomorfologia e as doenças endêmicas; porém, as feições geomorfológicas refletem a estrutura geológica, a litologia da camada, o tipo de solo, o gênero da vegetação e da espécie, as condições de circulação das águas de superfície e subterrânea, além das características de formação, da qualidade e da quantidade da água. Além disso, as características geomorfológicas podem revelar as relações entre o ambiente geoquímico e a migração e enriquecimento dos elementos. Estes fatores desempenham um papel importante no desenvolvimento e distribuição das doenças endêmicas (Lin 1991).

Litologia das camadas e saúde

Muita atenção foi dada para a relação entre a litologia das camadas e a saúde humana. Vinogradov (1935, pág. 277) assinalou que a doença de Kaschin-Beck em Chita na Rússia estava relacionada às camadas de ambiente marinho pobres em cálcio. Hobchiyev (1960, pág. 688) descobriu que a ocorrência da doença de Kaschin-Beck estava restrita a área dos arenitos e folhelhos marinhos de idade jurássica, enquanto não era encontrada nas áreas próximas de

camadas de calcário (Lin 1991). Masironi (1972, pág. 1939) verificou que as taxas de mortalidade das doenças cardiovasculares (DCV) eram mais altas na Europa Setentrional do que na Europa Meridional. Granitos e rochas metamórficas pré-cambrianas estão distribuídos principalmente na Europa Setentrional o que resulta em áreas de águas leves (mineralização <60 ppm). Em comparação, os arenitos e folhelhos de idades mesozóica e cenozóica estão distribuídos principalmente na Europa Meridional o que resulta em áreas de água dura (mineralização >60–180 ppm) áreas. De forma similar, alguns estudiosos chineses especulam que a doença de Kaschin-Beck está associada com os granitos e o carcinoma de esôfago está associado com os andesitos e as camadas ricas em carvão.

De acordo com nossa pesquisa, não existe nenhuma relação absoluta entre a litologia da camada e as doenças endêmicas. Diferentes doenças podem ocorrer em diferentes tempos geológicos no meio de várias rochas do mesmo litotipo. Os processos geoquímicos superegênicos influenciam a migração do elemento e seu enriquecimento em diferentes camadas. Estes diferentes processos podem levar a diferentes resultados. Por exemplo, nas áreas de semi-árido das zonas temperadas, o calcário pode ser intemperizado como solos ricos em cálcio, enquanto que, nas zonas úmidas temperadas, o calcário pode gerar solos vermelhos sem carbonatos, com níveis baixos de cálcio (Lin 1978).

A rocha pode influenciar a estrutura e o componente químico do solo, como também das águas superficiais e subterrâneas. No estudo da doença é muito importante estudar o status ambiental. Tipos especiais de minerais que incluem Cd, Cr, Sn, F, As, Be, Se, Hg e Tl podem se acumular nas rochas, solos, e águas resultando em doenças que podem ser adquiridas pelos seres humanos como fluorose, toxicose de selênio, arsenismo, toxicose de cádmio, toxicose de tálio, neoplasma cutâneo maligno e carcinoma broncogênico ou ainda como outras doenças (Wang & Zhang 1985; Lin 1991).

Solos, grãos, e saúde

O solo influencia a saúde humana mais diretamente do que a litologia das camadas porque os diferentes elementos no solo podem facilmente ser absorvidos pelas plantas e lixiviados pelas águas. Desde tempos remotos até o presente tem havido

muitas discussões sobre este assunto. Geralmente solos podzólicos, glaciais, arenosos quartzosos, e vermelhos são escassos em alguns elementos. Estas deficiências de elementos estão altamente correlacionadas com doenças cardiovasculares e vasculares cerebrais. Solos alcalinos, salinos, e salinos-alcalinos provocam doenças por envenenamento como fluorose e arsenismo devido ao excesso de algum elemento (Lin & Sabor 1999a). Em solos ácidos úmidos pantanosos, solos turfosos e solos úmidos existe uma escassez de elementos químicos e ocorrem freqüentemente doenças como a de Kaschin-Beck, a de Keshan, o bócio endêmico e os carcinomas gástricos e hepáticos. Em contraste, em áreas com solos brunos carbonáticos e chernossolos, existem poucas doenças, e a população geralmente possui boa saúde (Lin 1991).

Embora a relação entre solos e saúde humana seja mais direta que aquela entre a litologia da camada e a saúde, isto não é absoluto já que a saúde humana é afetada por muitos outros fatores. O efeito do consumo de grãos não é notável, desde que através de experimentação preventiva, pela mudança da fonte da água em áreas com altas em fluorose e arsenismo, estas doenças foram evitadas. Entretanto, em áreas com uma taxa alta de selenose e toxicose de cádmio, o grão está diretamente relacionado a doença. Por exemplo, uma taxa alta de selenose pode ser encontrada na Cidade de Enshi na Província de Hubei, onde as pessoas e o gado comem milhos cultivados em solos com altos valores de selênio. Os níveis de selênio em milho cultivado em Enshi alcançam valores de até 3,95 ppm, enquanto que em uma área livre da doença, os níveis foram de 0,41 ppm (Yang 1982). Em razão dos efluentes drenados das áreas de esfalerita para o rio Shentong no município de Fugang no Japão, os residentes no local se alimentaram de arroz irrigado com a água contaminada por elevados níveis de cádmio; assim, casos de toxicose de cádmio foram encontrados freqüentemente (Yama 1987).

Água potável e saúde

A água é um fator importante nos processos geoquímicos supergênicos como também no metabolismo e nas funções humanas. A água é o portador tanto de substâncias químicas úteis como prejudiciais que são facilmente absorvidas nas células do corpo humano; a água potável está diretamente relacionada à saúde humana.

Dessa forma, muita atenção deveria ser dada a qualidade da água consumida pelos seres humanos já que quase todas as doenças biogeoquímicas conhecidas e as doenças endêmicas estão relacionadas à qualidade da água potável (Shu 1980; Lin 1991; Sabor 1994).

A etiologia da doença de Kaschin-Beck em relação à água e ao solo tem sido estudada por mais ou menos 20 anos (1965–1985); incidências relacionadas ao ácido húmico (-OH) foram constatadas como positivas para níveis de ácido húmico em águas de valas, de poços rasos, e de canais de 0,65, 0,54 e 0,28 ppm, respectivamente. As incidências da doença de Kaschin-Beck foram de 42,29, 34,34 e 20,65%. A média de ácido húmico na água potável em áreas sem a doença é de 0,036 ppm (Lin 1991).

Estudos sobre as taxas de mortalidade devido a DCV (doenças cardiovasculares) foram conduzidos nos Estados Unidos, Canadá, e na Inglaterra. Estes estudos mostraram que a taxa de mortalidade de DCV era mais alta em áreas de água leve onde a concentração mineral é < 60 ppm; reciprocamente, era mais baixo em áreas de água dura onde a concentração é > 60–180ppm (Morris 1961; Björck 1965; Crawford 1968; Andersen 1969; Masironi 1972; Schroder 1979).

Na China, a concentração de iodo é de 0,02– 2,0 ppm nas fontes e rios das áreas montanhosas, e de 5–10 ppm em águas de poços e nos rios das planícies. Dessa forma o bócio endêmico ocorre principalmente nas áreas montanhosas (Lin 1991).

Os níveis de concentração de flúor foram de 0,02–2,0 ppm nas áreas montanhosas e nas áreas úmidas da China. Quando o nível de concentração da dose está abaixo de 0,5 ppm, a cárie dentária se torna mais predominante. Nas regiões áridas, a concentração normal de flúor dissolvido na água potável varia de 0,6–1,52 ppm, quase 1,0 ppm maior que naquelas áreas com doença. Os níveis de concentração podem alcançar 28 ppm na água potável. Um estudo foi conduzido num distrito com fluorose na Província de Jilin. Cento e dezoito mil e quatrocentas e uma pessoas (118.401) participaram de uma pesquisa que revelou que as incidências de fluorose dental e fluorose óssea foram de 22,60% e 1,8%, respectivamente, quando a concentração de flúor estava entre 1,0–1,5 ppm. Houve um aumento nestas duas doenças para 46,95% para fluorose dental e 10,60% para fluorose

óssea quando os níveis de concentração foram para 1,66-3,77 ppm. Quando a concentração de flúor dissolvido era de 4-20 ppm, a incidência de fluorose dental foi para 73,60% e a fluorose óssea para 32,40% (Lin 1991).

A concentração de arsênio é normalmente muito baixa, 1-5 ppb nas águas de superfície, e pode alcançar concentrações mais altas de 0,1-0,2 ppm. Áreas com níveis de concentração de arsênio na água potável variando de 0,2-0,6 ppm são consideradas áreas com arsenismo. A concentração de arsênio nas áreas com arsenismo varia entre 0,185-0,85 ppm em Kuitun na Província de Xinjiang e a probabilidade de detecção é de 9,5% em 6.228 pessoas. A concentração de arsênio em Taiwan é de 0,24-1,82 ppm e a probabilidade de descoberta é de 25,45% em 4.421 pessoas; a probabilidade de detecção de neoplasmas cutâneos malignos é 1,06% da mesma população (Yu 1984; Lin 1999b). A concentração de arsênio na Mongólia Interior é de 0,05-0,9 ppm. O envenenamento por arsênio é relacionado não só a concentração de arsênio na água mas também para as concentrações de As^{3+} e metil arsenato, porque suas toxicidades são mais altas que as de As^{5+} (Lin et Al. 2002).

Nas regiões úmidas da China, a concentração de selênio é de 0,5 ppb na água potável e a amplitude é de 0,02-2,50 ppb, enquanto em regiões áridas a concentração média é 1,79 ppb e a amplitude é 0,8-12,37 ppb. O envenenamento por selênio ocorre raramente na China. O envenenamento por selênio em Enshi na Província de Hubei é típico, enquanto a concentração média é de 56 ppb, sua densidade potencial é só 10 ppb. Esta doença está relacionada ao selênio das camadas de carvão do Período jurássico (Yang 1982; Lin 1991).

O município de Qidong na Província de Jiangsu e o município de Fusui na Província de Guangxi possuem as taxas de mortalidade mais altas de carcinoma hepático da China, com valores de $47,76/10^5$ e $46,87/10^5$, respectivamente, chegando a alcançar $185/10^5$ em aldeias seriamente afetadas, enquanto a taxa de mortalidade média nacional desta doença é só $10/10^5$. A taxa de mortalidade alta de carcinoma hepático está altamente correlacionada com a água potável de reservatórios superficiais ($61,53/10^5$ - $115,05/10^5$) e de poços de água ($0,0$ - $18,80/10^5$) (Sabor et Al. 1995). A

concentração de ácido húmico e de NO_2 (nitrito) nos reservatórios superficiais de água é de 0,43-0,58 e 0,15-0,58 ppm, respectivamente; entretanto, eles são mais baixos nos poços de água com concentrações de 0,042-0,18 e 0,0096-0,86ppm, respectivamente. Testes mostraram a presença de dimetil nitrosamina (0,8-5 ppb) e dietil nitrosamina (0,4-2,4 ppb) nas águas de reservatórios superficiais. Os resultados de teste de mutação com a água de reservatórios superficiais mostraram que esta água pode causar a mutação e a distorção de HHPL, a taxa de *cell micronucleus* é de 42,66%, e a taxa de aberração de cromossomo varia entre 3,21-6,42% (Lin et Al. 2000).

Esta pesquisa demonstra que algumas águas naturais são prejudiciais para a saúde humana e podem causar doenças endêmicas e até vários tipos de carcinomas, especialmente as águas ricas em ácido húmico geradas em ambientes redutores, as águas poluídas por organismos naturais, e as águas com teores excessivos ou reduzidos de elementos. A água em ambientes oxidantes com boas condições de circulação, falta de húmus e com um equilíbrio normal de elementos satisfatórios servem para a saúde humana. Em regiões com doenças, este é o tipo de água que deve ser procurado.

Características ambientais nas áreas com doenças

Cada doença endêmica tem suas próprias características ambientais. Algumas das características podem refletir os fenômenos de superfície da distribuição da doença, como clima, topografia, e movimento das águas. Algumas características podem contribuir para determinadas doenças, como a insuficiência ou excesso de elementos, excesso de húmus, e poluição orgânica.

Nós classificamos as feições ambientais em sete tipos: (1) clima; (2) feições do terreno; (3) hidrogeologia; (4) solo; (5) ambiente geoquímico; (6) dureza da água; (7) elementos e compostos orgânicos na água. Os tipos (1) a (3) são feições naturais do ambiente; os tipos de (4) a (6) são feições médias, e a (7) é a feição ambiental básica (Tabela 1).

Na Tabela 1, nós podemos ver que as características do ambiente da doença de Kaschin-Beck, doença de Keshan e bócio são semelhantes, e assim também são os carcinomas hepáticos, de esôfago e gástricos, que ocorrem freqüentemente de

forma concomitante em relação a distribuição geográfica. Estas doenças ocorrem frequentemente em ambientes insuficientes em elementos e ricos em húmus. Entretanto, a fluorose e o arsenismo são relacionados principalmente a ambientes com excesso de elemento e ocorrem em zonas áridas ou zonas de transição. Dessa forma nós concluímos que é importante conhecer o ambiente de uma área com doença, pesquisar e avaliar os fatores que causam a doença e tomar medidas para prevenir ou curar a doença através de pesquisa das características ambientais das doenças endêmicas.

O modelo de ambiente geográfico e saúde humana

Os estudos de prevenção de doenças endêmicas na China começaram nos anos 50, mas eram restritos para alguns poucos departamentos médicos do país. Desde meados dos anos 60, cientistas ambientais e médicos reuniram-se para uma investigação articulada da patogênese epidemiológica das doenças de Kaschin-Beck, doença de Keshan, bócio, fluorose, arsenismo, e carcinomas hepáticos, de esôfago e gástrico, relacionados às qualidades do solo e da água.

Existe uma concordância geral sobre a patogênese da fluorose, do arsenismo e do bócio, endêmicos, enquanto as opiniões diferem em relação às doenças de Kaschin-Beck, de Keshan, e aos vários carcinomas. Nós acreditamos que existe uma alta correlação entre a alimentação, a água potável, e as doenças endêmicas. Os estudos até agora mostraram que esta correlação é mais alta entre as doenças endêmicas e a água potável do que entre as doenças endêmicas e a alimentação. Neste trabalho, os autores enfatizam o modelo de ambiente geográfico e saúde humana.

O desenvolvimento de doenças biogeoquímicas endêmicas envolve a reciclagem de material e a transformação de energia entre a atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera. Os fatores ambientais importantes são o solo e a água, e os fatores importantes de conteúdo que causam as doenças são os elementos inorgânicos e os compostos orgânicos. De acordo com esta concepção, nós sugerimos um modelo que usa o relacionamento entre o ambiente geográfico e a saúde humana. É possível manter o metabolismo e as atividades biológicas normais submetidas aos efeitos do ambiente geográfico e do clima através das

camadas, da alimentação e da água, mantendo a transmissão de matéria e energia entre o ambiente e um corpo humano saudável. Quando elementos nocivos entram no corpo humano, eles afetam a saúde daquele organismo e causam doenças ou mesmo a morte. Este modelo destaca a necessidade científica de pesquisas adicionais e estudos preventivos de doenças endêmicas causadas pela água e pelo solo.

Conclusão

Sendo um país muito grande, a China tem muitos tipos diferentes de doenças endêmicas extensas e nocivas. De acordo com nossa investigação e análise estatística, a China tem uma população de 300 milhões de pessoas vivendo nas áreas de doenças e os pacientes são 48 milhões e constituem 23,08% da população total de 1,4 bilhões de pessoas.

As doenças endêmicas estão principalmente distribuídas em áreas agrícolas e pastoris remotas, e a maioria dos pacientes vive em fazendas. Elas diminuirão ou desaparecerão naturalmente junto com a melhoria nos padrões de vida e de urbanização.

A prevalência das doenças endêmicas está altamente correlacionada aos fatores ambientais tais como a água e o solo, especialmente a água que não possui padrões de potabilidade e não foi devidamente tratada. A prática mostra que os esforços de prevenção são efetivos quando medidas são tomadas para assegurar boa água potável, estrutura alimentar adequada e melhorar os níveis nutricionais. Mas a prevenção de tipos diferentes de doenças endêmicas necessita tipos diferentes de água.

Grandes avanços em pesquisa e prevenção de doenças endêmicas na China foram alcançados em décadas recentes, mas a tarefa ainda é muito grande e a estrada é longa para eliminar as doenças endêmicas do país. Existe pesquisa significativa sobre ambiente geográfico e saúde. Mas elas não podiam ser incluídas neste trabalho. O modelo de ambiente geográfico e saúde humana reflete uma lei universal e é muito significativa para pesquisa de patogênese sobre prevenção e cura de doenças biogeoquímicas endêmicas.

References

- Anderson T. W. 1969** Sudden death and ischemic heart disease correlation with hardness of local water supply. *New Engl J Med* **280**(15), 805–807,
- Biörck G. 1965** On the relationship between water hardness and death rate in cardiovascular diseases. *Acta Med Scand* **178**, 239–251,
- Crawford M. D. 1968** Mortality and hardness of water supplies. *Lancet* **1**, 827–831,
- Hobchiyev B. G. 1960** Biogeochemical region about poor calcium. *Geochemistry* **8**, 688–696,
- Lin N-F. 1978** Discussion with the paper of discussion of scientific research way of hydrogeology about endemic disease. *Hydrogeol Eng Geol* **6**, 28–34,
- Lin N-F. 1987** *Study on Theory and Method of Environmental Hydro-Geochemistry: Environmental Hydrogeology and Cancer*. Beijing: Geology Publishing House; 22–26,
- Lin N-F. 1991** *Medical Environmental Geochemistry*. Changchun City of China: Jilin Science and Technology Publishing House; 125–256,
- Lin N-F, Tang J. 1992** *Comprehensive Study of Ecological Environmental Geology in the Western Plain of the Tarim Basin in Xinjiang*. Changchun City of China: Jilin University Publishing House; 122–185,
- Lin N-F, Tang J. 1999a** Environmental characteristic of arsenismo area in China. *Sci Geol Sinica* **19**(2), 135–139,
- Lin N-F, Tang J, Yang J-Q. 1999b** Application of artificial neural network on arsenismo area of Inner Mongolia. *Chin J Endemiol* **18**(3), 180–183,
- Lin N-F, Tang J, Hoteyi S, Mohamed I. 2000** Study on environmental etiology of high incidence areas of liver cancer in China. *World Gastroentero* **6**(4), 572–576,
- Masironi R. 1972** Geochemical environments, trace elements and cardiovascular disease. *Bull WHO* **101**(1), 139–150,
- Morris J. N. 1961** Hardness of local water supplies and mortality from cardiovascular disease in the county boroughs of England and Wales. *Lancet* **1**, 860–862,
- Schroeder H. A. 1979** *Trace Elements and Human*. Beijing: Science Publishing House; 27–87,
- Shu D-L. 1980** Drinking water and liver cancer. *J Chin Prev Med* **14**(2), 65–73,
- Shun T-Z. 1994** Level of arsenic and investigation of arsenismo in the Inner Mongolia of China. *Chin J Endemiol* **9**(1), 38–41,
- Tang J. 1994** *Study on Medical Geography in China: Formulation of Local Standards and Comprehensive Evaluation of Water Quality in Epidemic Areas of Jiashi Disease in Xinjiang*. Beijing: China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House; 225–231,
- Tang J, Lin N-F, Bian J-M. 1996** The study on environmental geochemistry in arsenismo area of Great Bend plain in the Inner Mongolia of China. *Hydrogeol Eng Geol* **23**(1), 49–53,
- Tang J, Lin N-F, Hua C, Hoteyis, Mohamed I. 1995** Relationship between drinking water quality and high frequency of liver cancer in Fusui County in Guangxi. *Acta Acintiae Circumstantiae* **16**(3), 287–293,
- Tseng W-P, Chen W-Y, Sung J-L, Chen J-S. 1961** A clinical study of black foot disease in Taiwan, an endemic peripheral vascular disease. *Memoirs of College of Medicine of National Taiwan University* **7**, 1–18,
- Vinogradov A. P. 1935** *Geochemistry of Chemical Elements of Rare and Diffused in Soil, Zhou Yixiu translate*. Beijing: Chinese Academy of Sciences Publishing House; 277–278,
- Wang L-F. 1986** The relationship between arsenic in groundwater and arsenismo. *J Environ Health* **3**(5), 22–24,
- Wang M-Y, Zhang S. 1985** The discussion on bio-geochemical area and endemic disease. *Sci Sinica B*, 932–936,
- Wang J-G, Zhao L-S. 1998** Study on environmental geochemistry of arsenic in arsenismo area of Shanyin and Ying County in Shanxi Province. *Mod Geol* **12**(2), 49–53,
- Wu G-S. 1984** Endemic situation of endemic fluorose in China. *Chin J Endemiol* **3**(2), 103–107,

- Wu G-S. 1986** Fluorose with smoke pollution from burning coal. *Chin J Endemiol* 5(4), 267–269,
- Yama N. 1987** *Trace Elements and Human Health*. Beijing: Geological Publishing House; 124–147,
- Yan K-G. 1986** Pathogeny discussion of Jiashi diseases. *Chin J Endemiol* 5(2), 147–149,
- Yang G-X. 1982** Endemic selenose, environment and selênio level in human body. *J Nutr* 4(2), 81–88,
- Yu Z-H. 1983** Goiter with high iodine. *Chin J Endemiol* 4(2), 248–255,
- Yu H-S. 1984** Black-food disease and chronic arsenismo in southern Taiwan. *Int J Dermatol* 5(21), 258–262,

ILUSTRAÇÕES

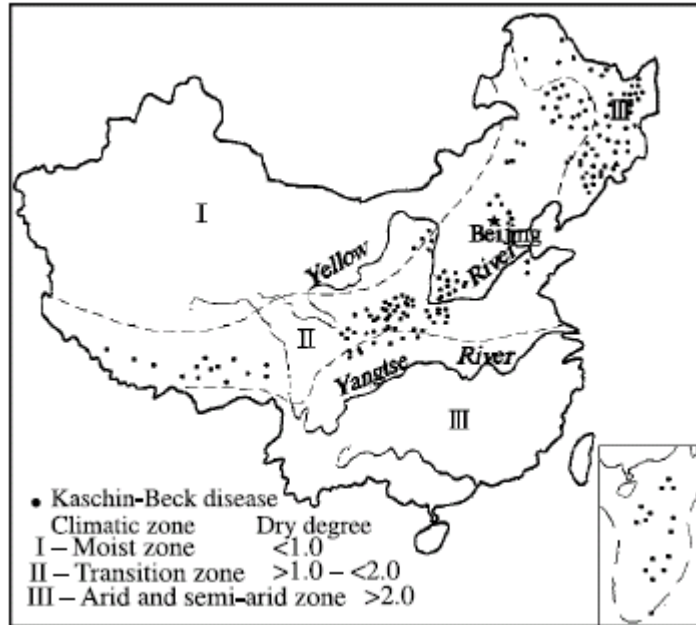


Fig. 1. Distribuição da doença de Kaschin-Beck na China

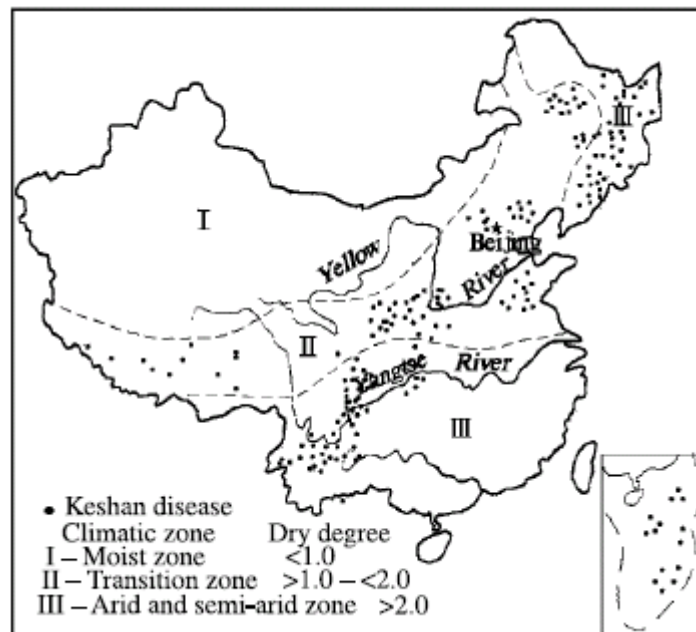


Fig. 2. Distribuição da doença de Keshan na China

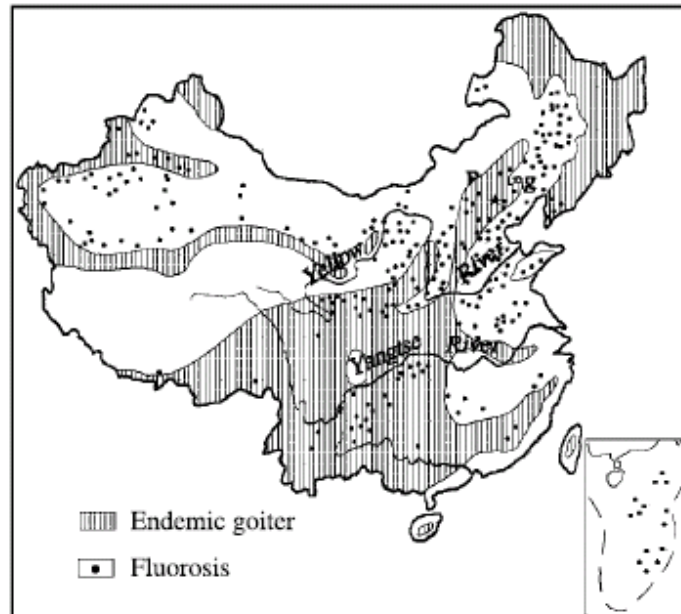


Fig. 3. Bócio endêmico e fluorose na China

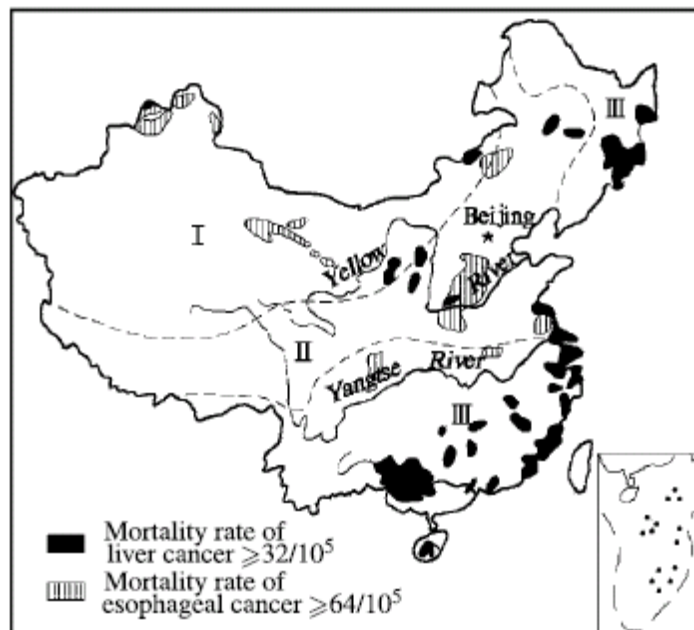


Fig. 4. Câncer de esôfago e câncer de fígado na China

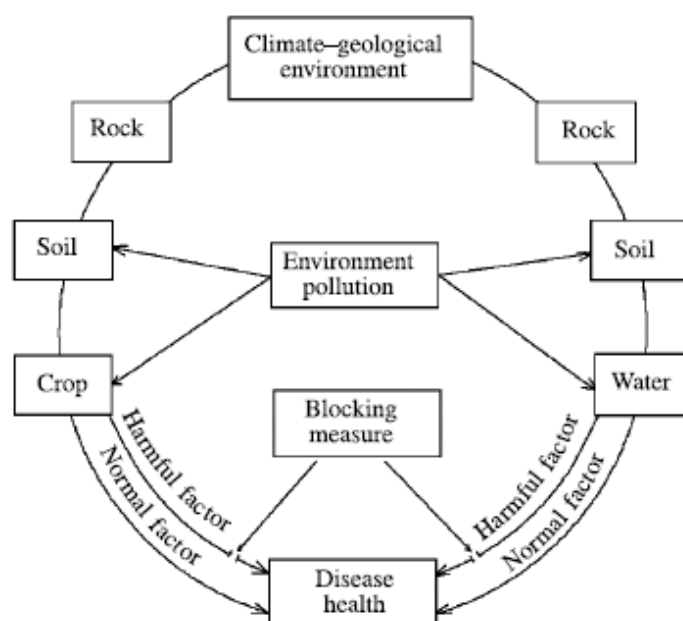


Fig. 5. O modelo de relacionamento entre ambiente geográfico e saúde humana

Tabela 1. Características ambientais nas áreas de doenças endêmicas

| Environmental factors | Disease type | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| 1. Arid zone | | | | | | | | ▲ | ▲ | | | ▲ |
| Transitional zone | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | |
| Humid zone | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | |
| 2. Positive landform | | | ▲ | ▲ | | | | | | | | |
| Negative landform | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |
| 3. Active water area | | | ▲ | ▲ | | | | | | | | |
| Sluggish water area | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |
| 4. Sand, sub-clay | | | ▲ | ▲ | | | | | | | | |
| Saline-alkaline soil | | | | | | | | ▲ | | | | ▲ |
| Soil rich in organism | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | | ▲ | | | |
| 5. Oxidation environment | | | ▲ | ▲ | | | | ▲ | | ▲ | ▲ | ▲ |
| Reduction environment | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | | ▲ | | | |
| Acid environment | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | | | |
| Neutral environment | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | |
| Alkaline environment | | | | | | | | ▲ | | | | ▲ |
| 6. Soft water | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | | | ▲ |
| Moderate water | | | | | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ |
| Hard water | | | | | | | | ▲ | | | | ▲ |
| 7. Organic polluted | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | | ▲ | | | |
| Element excess | | | | | | | | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |
| Element scarcity | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | | | |
| Humus excess | ▲ | ▲ | | | ▲ | ▲ | ▲ | | ▲ | | | |

A: Keshan disease; B: Kaschin-Beck disease; C: endemic goiter; D: dental caries; E: liver cancer; F: gullet cancer; G: stomach cancer; H: fluorosis; I: arsenism; J: selenium intoxication; K: thalothoxicosis; L: endemic sterility.