

2.º Il est possible de réduire à environ 1% en poids, par rapport au sable d'où il est extrait, le résidu contenant l'argent récupérable, en tout cas jusqu'à une concentration de 1 mg de nitrate d'argent par 10 kg de sable.

3.º Il est possible de mesurer quantitativement dans des échantillons de 1 kg de sable, environ jusqu'à  $10^{-3}$   $\mu$  C de Ag 110 et probablement moins avec un appareillage plus sensible.

4.º La detection du sable marqué dans une plage peut être faite directement à la dispersion de  $10^4$ , indirectement, jusqu'à  $10^6$  et, apparemment, jusqu'à  $10^{10}$ .

Mais, quoique la méthode décrite puisse contribuer à la résolution de certains problèmes d'hydraulique, il serait sans doute utile de la perfectionner et d'en faire une critique comparative, en tenant compte d'autres méthodes, dont nous avons rappelé quelques unes. Le transport du sable par la mer est perturbé par tant de facteurs, que de telles études nous laissent l'espoir

d'en arriver à mieux comprendre certains de ces éléments de perturbation.

Le présent travail est une contribution à cet effort d'intérêt général qui mérite d'être poursuivi.

Lisbonne, Octobre 1954.

NOTE — Pendant l'impression de ce travail nous avons appris qu'un groupe anglais étudiait ce même problème, en rapport avec les sables boueux de la Tamise. Ces chercheurs emploient le scandium 46, après lui avoir conféré les propriétés granulométriques du sable auquel il est mélangé. Les anglais emploient donc une méthode qui tient de celles que nous avons envisagé sous les alinéas 2<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> du 1<sup>er</sup> groupe et, plus précisément, sous le 3<sup>e</sup> du 2<sup>ème</sup> groupe. En ce qui concerne les sables non boueux il serait remarquable d'avoir la confirmation de l'inséparabilité du sable et du scandium sous l'action de la mer elle-même.

A. GIBERT

## Técnica aplicada ao estudo do funcionamento da glândula tiroideia com iodo $^{131}\text{I}$

Como é sabido um dos campos em que se utilizam os isótopos radioactivos é a medicina. Como o início da sua utilização é relativamente recente, as perspectivas parecem vastas e daí a sua utilização em trabalhos de investigação.

Pode por exemplo, determinado isótopo radioactivo, não tóxico e de período conveniente, ser utilizado como marcador do seu isótopo estável, permitindo estudar o metabolismo desse elemento no organismo, dado que este não os diferencia, tratando-os portanto de igual modo, o que se deve às suas propriedades químicas serem idênticas.

No entanto, embora possa parecer pre-

maturo falar em experiência adquirida, esta existe, e devido a ela há isótopos radioactivos que se pode dizer são já hoje mundialmente utilizados, para fins específicos, dum maneira que poderemos chamar rotineira.

É este justamente o caso do iodo  $^{131}\text{I}$ , que é utilizado praticamente em todos os países para conseguir obter diagnósticos mais objectivos das disfunções da glândula tiroideia.

No nosso país e que eu tenha conhecimento, só é utilizado dum modo sistemático no Serviço de Isótopos do Instituto Português de Oncologia, desde Abril de 1953.

### Apresentação do problema físico-médico dum ponto de vista elementar

A glândula tiroideia elabora uma hormona em cuja complexa molécula existem átomos de iodo. Assim a tiroideia tem necessidade de absorver esse iodo do plasma sanguíneo e armazená-lo, para poder utilizá-lo na elaboração da sua hormona, necessária como todas ao bom funcionamento do nosso organismo.

O iodo contido na alimentação quotidiana ou o que se introduza deliberadamente num indivíduo, quer por via oral, quer por via endovenosa, uma vez incorporado na corrente circulatória, é em grande parte absorvido pela glândula tiroideia; outra parte é eliminada através dos rins pela urina.

A tiroideia elabora com esse iodo a sua hormona que, uma vez lançada no sangue, vai sendo utilizada pelo organismo, destruindo-se a complexa molécula orgânica que a constitui; volta assim o iodo novamente sob a forma inorgânica para o sangue.

Tendo deliberadamente ministrado iodo a um indivíduo em determinado momento, podemos dizer, quase rigorosamente, que passado um certo tempo esse iodo está na tiroideia, no plasma sanguíneo e na urina que o indivíduo eliminou após ter tomado o iodo.

Ora, o que acontece com o iodo estável, acontece com qualquer isótopo radioactivo do iodo, com a vantagem de ser fácil medir as quantidades desse iodo que em dado momento existem na tiroideia, no plasma ou na urina.

Sendo assim, e dado que o clínico conhece quais as percentagens do iodo radioactivo tomado, que devem existir na tiroideia de indivíduos normais passados determinados intervalos de tempo após ter tomado iodo radioactivo, compreende-se o porquê do seu uso para analisar o comportamento da tiroideia.

Se um indivíduo tem uma disfunção da glândula tiroideia, dois casos se podem

dar: ou a sua tiroideia fixa mais iodo radioactivo do correspondente à normalidade, ou fixa menos.

Podemos então concluir «grosso modo», que se a glândula fixa mais iodo do que o normal é porque dele tem necessidade, o que corresponde geralmente a um excesso de secreção da hormona, e também a um aumento da sua utilização; o indivíduo terá neste caso um hipertiroidismo. No caso contrário terá um hipotiroidismo.

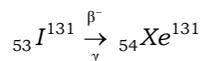
Esta é evidentemente uma esquematização de fenómenos muito mais complexos, feita por um físico, o que com certeza não lhe confere o rigor, do ponto de vista clínico que seria de desejar. Com efeito a Medicina distingue dentro destes dois tipos fundamentais, vários subtipos que, métodos próprios lhe permitem determinar na sua maioria.

O que se pede, em geral, a esta análise ou iododiagnóstico, é que situe as disfunções da tiroideia num dos dois tipos indicados.

### Iodo 131 ( $I^{131}$ )

O isótopo radioactivo do iodo, escolhido para este fim, é o  $I^{131}$ , devido a que o seu período (8 dias) é suficientemente longo para permitir obter medidas que mereçam confiança até, pelo menos às 48 horas, sem necessidade de dar ao indivíduo uma quantidade de  $I^{131}$  que possa ser prejudicial. Simultaneamente é curto bastante para que o  $I^{131}$  que não é eliminado, se possa considerar que vai desaparecendo com suficiente rapidez.

O  $I^{131}$  que se desintegra seguindo o esquema:



não possui nenhum descendente que seja nocivo.

A radiação proveniente do  $I^{131}$  e que serve para indicar a sua presença é a radiação  $\gamma$  emitida, que permite além disso, a fácil realização de medições.

O  $I^{31}$  vem de Amersham (Inglaterra) dissolvido em sulfito de sódio e com um  $pH$  entre 8 e 10. O aspecto deste soluto é aquoso, incolor, inodoro e insípido. Esta última qualidade facilita a ingestão por via oral o que evita a esterilização necessária para ministrar o soluto por via endovenosa. Não vem esterilizado de Amersham, porque isso encarece o produto e seria, na maior parte dos casos, supérfluo.

### Aparelhagem — Dispositivos especiais

A aparelhagem utilizada para medir a intensidade das radiações consta essencialmente dum conjunto constituído por um cristal de iodeto de sódio, associado a um foto-multiplicador e a um preamplificador, que designaremos como é corrente por tubo contador de cintilações, e dum «rate-meter».

Este contador de cintilações tem características apropriadas para realizar medições de radiação  $\gamma$ , nas suas aplicações biológicas. Fornece-nos um rigor que para estas medidas é largamente suficiente. É muito mais sensível, como é sabido, que os tubos contadores do tipo Geiger-Müller, o que permite, trabalhando à mesma distância, utilizar doses menores de  $I^{31}$  (1)

O «Ratemeter» fornece-nos leituras, em

(1) Quando se faz o iodo-diagnóstico a um indivíduo ainda não se sabe qual a disfunção da sua tireoideia, nem sequer se a tem, embora o seu médico já tenha feito um diagnóstico prévio.

Daqui a vantagem de usar doses mínimas, pois se no caso do indivíduo sofrer de hipertiroidismo, o uso duma dose maior não tem importância, visto que o  $I^{31}$  também se pode usar como terapêutica para esta doença; em qualquer outro caso uma dose excessiva só é prejudicial ao indivíduo.

Chamamos dose, em todo este artigo não à grandeza física conhecida com este nome, mas sim ao número de microcuries ou de milicuries de substância radioactiva, que se dá ao doente, como é corrente em medicina.

toques por segundo, da intensidade da radiação que chega ao tubo contador de cintilações que está ligado a ele.

É um aparelho com diversas possibilidades: permite trabalhar com diferentes discriminações, conforme a amplitude dos impulsos que convém medir.

Também é possível fazer variar o tempo morto do conjunto.

Permite também variar a escala para leitura, de acordo com a intensidade da radiação a medir.

Trabalhando numa dada escala pode-se aumentar a sensibilidade, o que se traduz numa maior mobilidade da agulha no mostrador que nos dá directamente o valor em toques por segundo da intensidade da radiação que se pretende medir.

Como só se pretendem nestes testes medidas comparativas, interessa que as diversas medições sejam realizadas com o mesmo valor quer da «discriminação» quer do tempo morto.

O tubo contador de cintilações está montado num suporte móvel sobre carris que permite a sua colocação em qualquer posição no plano vertical que contém o eixo do tubo.

O doente senta-se numa cadeira semelhante às de dentista e colocada de tal maneira que o plano médio do indivíduo sentado passe pelo eixo do tubo contador.

Existe ainda um outro suporte regulável que permite variar facilmente a posição dum «écran» de chumbo com 9 mm de espessura aproximada (Fig. 1 A e 1 B).

Utiliza-se também um tubo contador Geiger-Müller para radiação  $\gamma$ , ligado a um «scaler» vulgar com estabilizador de tensão separado, em vez de estar incluso como nalguns modelos, para realizar medidas comparativas da radiação emitida pela urina eliminada pelo paciente em intervalos de tempo conhecidos.

Este tubo Geiger-Müller tem uma montagem dimensionada de forma a tornar cómodo introduzir directamente os frascos

que se fornecem ao doente para guardar a urina (Fig. 2).

Usam-se ainda tubos contadores Geiger-Müller, para radiação  $\beta$  especiais para líquidos, que introduzidos num invólucro protector de chumbo e ligados a outro «scaler» permitem, dada a sua sensibilidade realizar medidas comparativas rigorosas de líquidos pouco radioactivos. São por isso utilizados nas medições da actividade <sup>(1)</sup> total de amostras de plasma sanguíneo, e ainda, conseguida a separação do iodo em forma inorgânica do iodo de moléculas orgânicas, permite determinar a fracção da actividade total que é devida a cada uma destas partes. (Fig. 3).

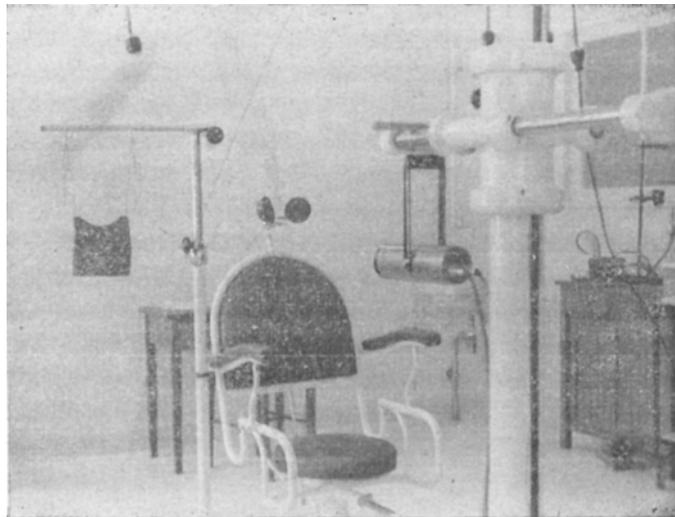


Fig. 1 A

<sup>(1)</sup> Chamaremos actividade  $A$  à grandeza associada ao número de átomos desintegrados e por consequência ao número de átomos presente num dado instante. Tem-se de:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$N_0$  — Número de átomos existentes no instante tomado para origem dos tempos.  $N$  — Número de átomos existentes no instante  $t$ .  $\lambda$  — Constante radioactiva do elemento considerado.  $e$  — Base dos logaritmos neperianos.

$$dN = -\lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$$

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t$$

$\Delta N$  — Número de átomos que se desintegra no intervalo de tempo  $\Delta t$ . Para a unidade de tempo ( $\Delta t = 1$ );

$$A = k \Delta N;$$

$$A = -k \lambda N;$$

$$-k \lambda = K;$$

$$A = KN.$$

$K$  é o coeficiente de detecção do instrumento de medida. A actividade  $A$ , mede-se no caso dum tubo

## Métodos de trabalho

### Manipulação do $I^{131}$ à entrada no Laboratório

Conhecida a intensidade em milicuries ( $mC$ ) do soluto num dado instante (dia e hora), calcula-se facilmente a sua intensidade no momento em que pretendemos fazer o seu controle <sup>(1)</sup>.

Realiza-se esta verificação por um método grosseiro. Calcula-se previamente qual o número de  $mr/h$  (miliroentgens por hora) a 1 m de distância que correspon-

de ao número de milicuries de  $I^{131}$  calculado para esse momento.

Com uma câmara de ionização colocada a 1 m distância do eixo do frasco que contém o soluto, mede-se a sua dose a essa distância em  $mr/h$ . O número obtido difere sempre pouco do calculado previamente. Esta verificação permitiria detectar qualquer erro grosseiro, que pudesse ter havido na origem.

contador em número de toques por minuto, no caso dum electrómetro em amperes etc.

<sup>(1)</sup> A desintegração do  $I^{131}$  segue a conhecida Lei da radioactividade:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Onde  $N_0$ ,  $N$ , e  $\lambda$  já foram definidos na nota anterior.

$$\text{Para o } I^{131} \lambda = \frac{0,693}{8} = 0,0866 \text{ } d^{-1}$$

Mas para maior comodidade, tem-se já tabelados para este isótopo e para alguns outros, os valores de  $N/N_0$  em função de  $t$ .

O frasco que contém o soluto radioactivo deve ser retirado da caixa de chumbo de protecção por meio de pinças apropriadas, de 0,5m aproximadamente (Fig. 4).

Realizada esta operação o frasco volta imediatamente para a caixa de chumbo; é nesta posição que se procede ao transvasamento e diluição do soluto da maneira mais conveniente para a sua utilização posterior. Estas manipulações são realizadas com o operador protegido por um muro de tijolos de chumbo.

Transvasa-se o soluto para uma proveta graduada utilizando uma trompa de água; de modo semelhante se faz a diluição, deitando no frasco já vazio a água destilada necessária, que é aspirada pela trompa, pois o sistema está bem fechado.

Como o frasco fica assim bem lavado, podemos considerar que o soluto fica totalmente transvasado e com a diluição que se pretende. Com dispositivo conveniente faz-se passar o líquido para uma bureta de 100 cm<sup>3</sup> graduada em décimos. Fi-

ca-se assim conhecendo a concentração deste novo soluto em  $mC/cm^3$ , em determinado instante.

Este soluto ainda é bastante concentrado, pelo que só se devem medir directamente com a bureta as doses da ordem do milicurie (1).

Todo este sistema está dentro duma «hote» que além da protecção com tijolos de chumbo possui um potente exaustor. (Fig. 5).

#### Preparação de doses, seu contrôle e modo de ministrar

Para comodidade e maior rigor na obtenção das doses de  $I^{31}$  para os iodo-diagnósticos a realizar

diariamente, prepara-se a partir deste soluto um outro com uma concentração da ordem de  $20 \mu C/cm^3$  (a determinada hora do dia em que se prepara). Guarda-se este novo soluto na «hote» protegida com chumbo.

Sempre que é necessário

(1) Não é do âmbito deste artigo tratar de doses desta ordem, visto que estas só são utilizadas para fins terapêuticos e não de diagnóstico.

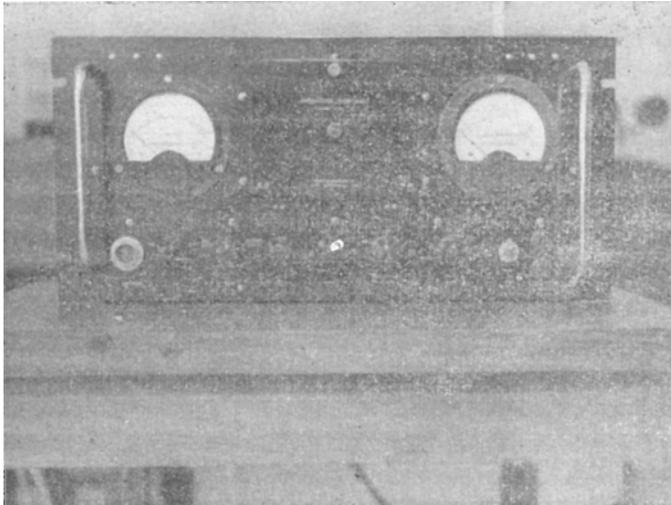


Fig. 1 A

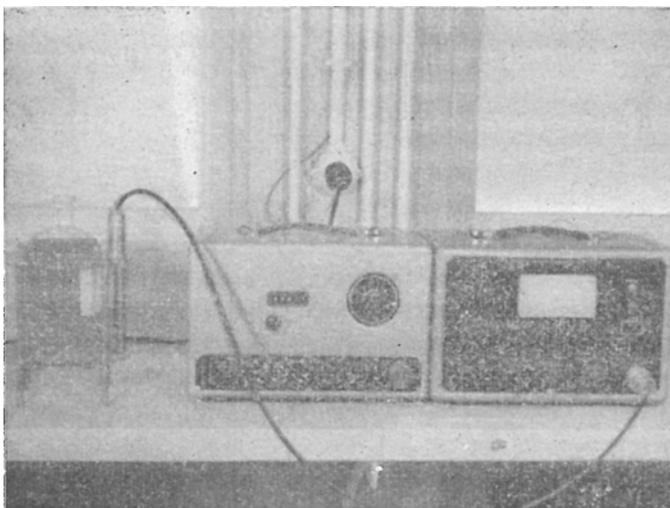


Fig. 2

preparar doses para o dia seguinte faz-se um cálculo rápido para saber qual a concentração deste soluto no momento em que o paciente irá ingerir o isótopo e determina-se em seguida o número de  $\text{cm}^3$  de soluto para obter doses da ordem dos  $50 \mu\text{C}$ .

Estas preparam-se com uma telepípetea e seguidamente por diluição conveniente obtém-se um soluto padrão, da ordem dos  $3 \mu\text{C}$  que serve para posteriormente fazer medidas comparativas da radioactividade da urina eliminada (Fig. 6). Estas doses são medidas antes de serem dadas ao doente, introduzindo o soluto no interior dum modelo de parafina de modo a ficar em condições semelhantes «grosso modo» às da glândula tiroideia, cuja radioactividade interessa medir posteriormente (Fig. 7).

Para isso coloca-se o modelo à mesma distância a que ficará o pescoço do doente,

o que se consegue por intermédio duma pequena vara de madeira com cerca de 40 cm de comprimento.

Seja  $n_0$  o resultado da medição assim realizada, e chamemos no ao valor obtido no «ratemeter» tendo colocado o «écran» de chumbo entre o modelo e o tubo contador de cintilações mas junto ao modelo. Ao valor:

$$\frac{n_0 - n_0^l}{n_0} = r$$

poderemos chamar factor de redução deste «écran» de chumbo, para a radiação emitida.

Noutra sala que não a reservado a estas medidas, procede-se à ministração da dose por via oral ao doente. Protege-se este com papel de filtro, para o caso de poderem cair algumas gotas, ao tomar por uma «pallina», primeiro a dose e depois a água que se deita no mesmo recipiente que a continha, de maneira a conseguir que na boca não fique praticamente nada de  $I^{31}$ .

Pretende-se com isso que todo o  $I^{31}$  contido no soluto passe ao estômago e seja digerido. Se o doente usar aparelhos móveis de prótese dentária, deve retirá-los ao ingerir a dose, mesmo neste caso em que se trata duma

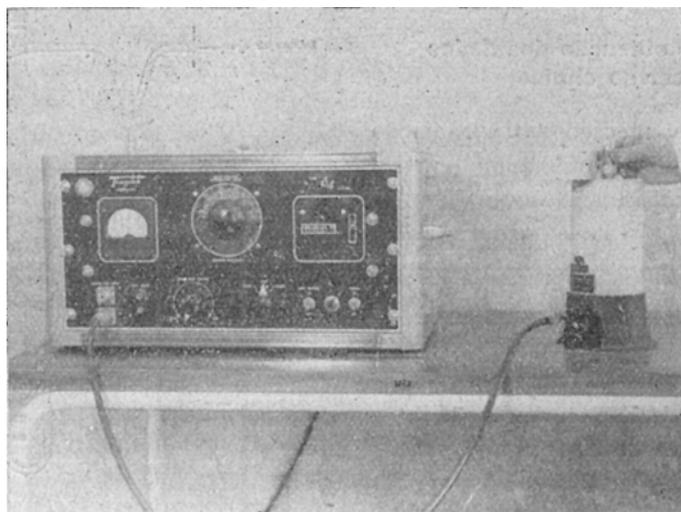


Fig. 3

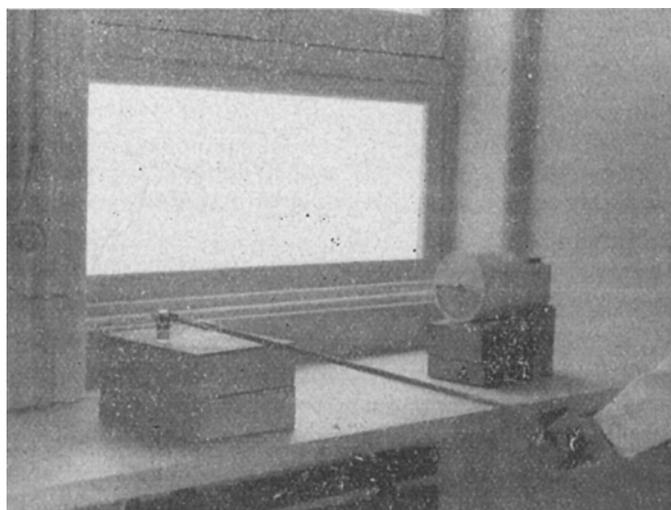


Fig. 4.

dose muito pequena. Regista-se a hora, e fornece-se ao doente um frasco para guardar a urina que eliminar a partir desse momento até 6 h. depois.

### Medições para obtenção dos dados a fornecer ao clínico

I — Realizam-se medições da radiação emitida pela glândula tiroideia do doente, 2 h, 6 h e 24 h após ter ingerido a dose de  $I^{31}$ .

Estas medidas obtêm-se, sentando o doente na cadeira e colocando o tubo contador de cintilações de maneira que o prolongamento do seu eixo, orientado horizontalmente; passe aproximadamente pelo centro da tiroideia.

Coloca-se o tubo à distância já indicada do pescoço do doente.

Supondo que o resultado da medição são  $n$  toques por segundo e que colocando o mesmo «écran» de chumbo tapando completamente o pescoço do doente a medida obtida é de  $n^l$  toques por segundo, a expressão muito simples:

$$d_g = \frac{100}{n_0 - n^l} (n - n^l)^{(1)}$$

permite-nos determinar a percentagem  $d_g$  do  $I^{31}$  ingerido pelo doente, fixada pela glândula tiroideia. Como a tiroideia fixa muito mais iodo que os tecidos vizinhos, não há inconveniente em que o «écran» de chumbo tape por completo o pescoço do

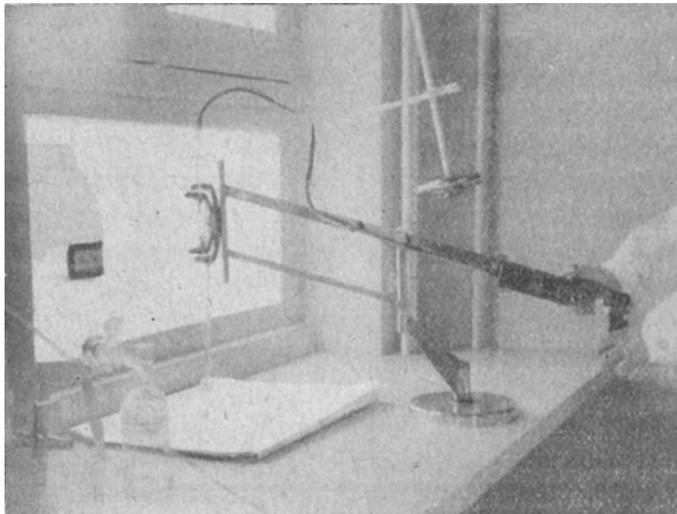


Fig. 6.

(1) Ver J. Palácios. «Modo de Averiguar la energia liberada en la glândula y en el plasma sanguineo por el yodo 131», Clinica Contemporânea, Vol. VII, n.º 2, Junho de 1953.

doente, embora se considere o abaixamento da actividade medida  $n - n^l$  como, devido,

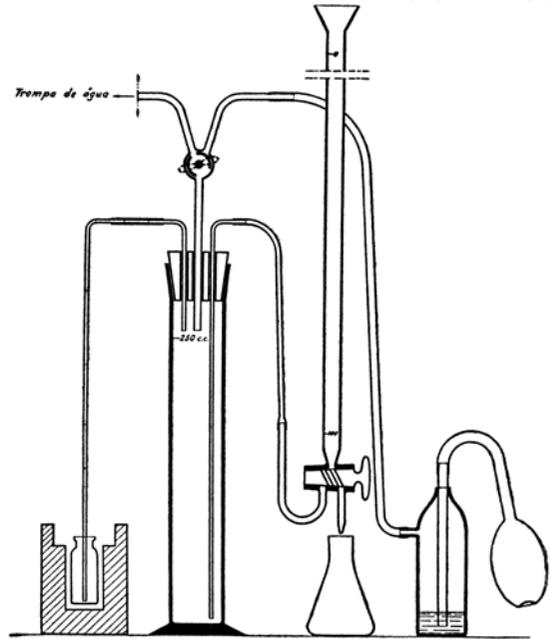


Fig. 5

exclusivamente ao facto de se ter coberto a tiroideia.

Noutros laboratórios, realizam exclusi-

vamente uma medida com o tubo junto à dose e depois medidas directas com o tubo encostado ao pescoço do doente. Este método de trabalho permite a utilização de doses menores, mas por outro lado qualquer erro na distância, dá origem

a um erro relativo muito maior que no nosso caso. O facto da localização em profundidade da glândula tiroideia poder variar de indivíduo para indivíduo é uma das cau-

sas de erro nesse método. Seis horas após ter ingerido a dose o doente urina e só após essa micção se fazem as medições que permitem determinar de novo a percentagem da dose de  $I^{31}$  ingerida, que a tiroideia fixou.

O doente leva um outro frasco semelhante ao primeiro para guardar toda a urina até 24 h após ter ingerido a dose e é-lhe fornecido ainda um outro frasco para guardar a urina eliminada das 24h às 48h.

II — Após a entrega do último frasco de urina pelo doente, procede-se à medição da actividade do conteúdo de cada um dos frascos.

Essa actividade traduz-se num certo número  $n$  de toques por minuto.

Como os frascos são todos do mesmo tamanho, só se realizam medidas contendo todos eles o mesmo volume, de maneira que

quando o volume de urina não é suficiente deita-se-lhes água até obter o volume que se pretende (sempre o mesmo).

Imediatamente se mede também em toques por minuto ( $n_p$ ) a actividade do soluto padrão que se preparou para esse efeito no momento em que se preparou a dose (1).

Sobre o  $I^{31}$  ingerido e eliminado e sobre o  $I^{31}$  contido neste soluto padrão, como fo-

ram preparados para a mesma hora do mesmo dia, decorreu o mesmo tempo, até ao instante em que se medem (salvo uma diferença de minutos que não chega a ter importância). De maneira que é muito fácil determinar a percentagem de  $I^{31}$  eliminada ( $d_e$ ) durante os intervalos de tempo estabelecidos:

$$d_e = \frac{100 \cdot n \cdot D_p}{n_p \cdot D_0}$$

$D_p$  —  $\mu C$  de  $I^{31}$  do soluto padrão.

$D_0$  —  $\mu C$  de  $I^{31}$  ingeridos, no momento da ingestão.

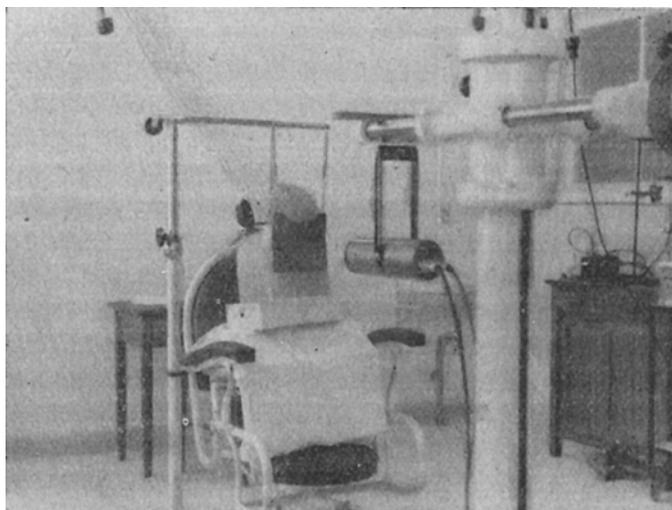


Fig. 7.

Como verificação deve suceder que a soma da percentagem  $d_g$  do  $I^{31}$  existente na glândula às 24 h com a percentagem  $d_e$  de  $I^{31}$  eliminado das 0 às 24 h deve ser próxima de 100%.

III — Por vezes e em certos casos, convém ao clínico saber a evolu-

ção com tempo não só da quantidade total de  $I^{31}$  existente no plasma sanguíneo como ainda qual a parte devida a iodo sob forma inorgânica e qual a parte devida a iodo ligado a moléculas orgânicas (proteínas).

Para isso, extrai-se ao doente 30 cm<sup>3</sup> aproximadamente de sangue com uma seringa que contém um pouco de liqueamina, para evitar a rápida coagulação, nos instantes indicados pelo clínico (24 h, 48 h, etc. após ter ingerido a dose de  $I^{31}$ ).

Este sangue é primeiro centrifugado, para conseguir a separação do plasma sanguíneo, seguidamente tomam-se 10 cm<sup>3</sup> deste

(1) Supõe-se sempre em toda a exposição que os números  $n$  de toques por minuto ou toques por segundo estão corrigidos, quer da radiação de fundo quer do erro correspondente ao tempo morto.

plasma e introduzem-se no tubo contador Geiger-Müller, especial para líquidos.

É um tubo contador para radiação  $\beta$  de paredes muito finas portanto, e dada a sua forma permite a realização de medições rigorosas devido a que o líquido rodeia e cobre completamente o tubo contador.

Faz-se imediatamente por intermédio do «scaler» a que se liga o tubo contador, uma determinação da actividade  $n$  destes 10 cm<sup>3</sup> de plasma sanguíneo em toques por minuto. A seguir noutro tubo de centrífuga junta-se a 10 cm<sup>3</sup> de plasma sanguíneo 10 cm<sup>3</sup> de ácido tricloroacético (a 20%), agitando constantemente, tapa-se e deixa-se repousar 30 minutos ou mais (Método de Clark Moe e Adams).

Centrifuga-se novamente durante 15 minutos; consegue-se assim separar o iodo em forma inorgânica que fica dissolvido no líquido e o iodo ligado às proteínas que fica no precipitado proteico.

Coloca-se o líquido num tubo de ensaio, e junta-se ao depósito que ficou no tubo de centrífuga 10 cm<sup>3</sup> de água destilada agitando com uma vareta de vidro. Repousa 15 minutos e centrifuga-se novamente, acrescentando o líquido que se separa por centrifugação ao já existente no tubo de ensaio.

Dissolve-se o precipitado proteico com soda cáustica binormal, e se a solução é difícil adicionam-se umas gotas de soda caustica a 40% e coloca-se numa estufa a 100° C durante uns 30 minutos aproximadamente.

Mede-se o volume  $V^I$  do líquido que se guardou no tubo de ensaio e que contém o  $I^{31}$  em forma inorgânica e o volume  $V''$  do soluto obtido do precipitado proteico que contém o  $I^{31}$  ligado às proteínas.

Deste volume  $V^I$  tiram-se 10 cm<sup>3</sup> cuja actividade  $n^I$  se mede no tubo contador ligado ao «scaler» e do volume  $V''$  tiram-se também 10 cm<sup>3</sup> que se colocam no tubo contador e cuja actividade  $n''$  também se mede por intermédio do mesmo tubo.

Este tubo contador, como já se disse, está colocado no momento em que se reali-

zam as medições de actividades, sempre dentro do mesmo envólucro protector de chumbo (castelo de chumbo) destinado a absorver grande parte da radiação de fundo existente.

Os valores  $n$ ,  $n^I$  e  $n''$  das actividades supõe-se que já estão devidamente corrigidos da actividade devida à radiação de fundo. Para isso, e como é costume, antes de cada medição de actividade, realiza-se uma medição da actividade correspondente à radiação de fundo, colocando no tubo 10 cm<sup>3</sup> de água destilada.

Por vezes a actividade  $n_f$  devida a essa radiação de fundo aumenta aparentemente muito. Em geral isso quer dizer que o vidro do próprio tubo contador está contaminado com  $I^{31}$ . Então o que há a fazer é lavar muito bem o tubo por exemplo com iodeto de sódio («carrier»), deixando-o por vezes durante horas; dão-se fenómenos de troca entre os iões de iodo estável do soluto e os átomos de  $I^{31}$  fixados pelo vidro. No fim desse tempo lava-se o tubo cuidadosamente com água destilada e torna-se a medir a actividade  $n_f$  devida a radiação de fundo e verifica-se que já tem novamente um valor de acordo com as flutuações normais.

Este tubo para líquidos foi cuidadosamente calibrado para um soluto padrão de  $I^{31}$  com  $D_p$   $\mu$ C em 10 cm<sup>3</sup>, e sabe-se portanto o número  $n_p$  de toques por minuto que corresponde a esse número  $D_p$  de microcuries em 10 cm<sup>3</sup>.

Toma-se nota dos momentos exactos em que se realizam as medições das actividades de  $I^{31}$  total existente em 10 cm<sup>3</sup> de plasma sanguíneo ( $n$ ), do  $I^{31}$  inorgânico existente em 10 cm<sup>3</sup> do volume  $V^I$  e do  $I^{31}$  ligado às proteínas existente em 10 cm<sup>3</sup> do volume  $V''$ .

Considerando como instante zero aquele em que o doente ingeriu a dose, é fácil determinar as actividades corrigidas do decréscimo natural do  $I^{31}$ :  $n_c$ ,  $n^I_c$  e  $n''_c$ , que cada um destes volumes teria no instante em que o doente ingeriu a dose radioactiva  $D_0$  ( $\mu$ C).

Com estes dados, determina-se pelas expressões que seguem, as percentagens da

dose ingerida por litro de plasma, referidas ao tempo zero, respectivamente do  $I^{31}$  total  $d_{pl}$ , do  $I^{31}$  sob forma inorgânica  $d'_{pl}$  e do  $I^{31}$  ligado às proteínas  $d''_{pl}$ :

$$d_{pl} = \frac{D_p}{n_p} \cdot n_c \cdot \frac{10000}{D_0}$$

$$d'_{pl} = \frac{D_p}{n_p} \cdot n'_c V^I \cdot \frac{10000}{D_0}$$

$$d''_{pl} = \frac{D_p}{n_p} \cdot n''_c V'' \cdot \frac{10000}{D_0}$$

**Gráficos — Gráficos tipo**

I — Das medições realizadas directamente no doente, já vimos que se podiam obter as percentagens  $d_g$  da dose de  $I^{31}$  ingerida, existentes na glândula em determinados instantes (2, 6 e 24 h após ter ingerido a dose). Com estes valores constrói-se um gráfico em cujas abscissas se marca o tempo (1 cm ↔ 2 h) e cujas ordenadas correspondem a percentagens da dose (1 cm ↔ 10%); podem ou não estas percentagens estar referidas ao tempo zero, é uma questão puramente convencional. Se estivessem referidas ao tempo zero chamar-lhe-íamos  $d_{gc}$ , indicando que estavam corrigidas do decréscimo natural do  $I^{31}$ .

No gráfico que a seguir apresentamos, indica-se a tracejado a zona que podemos considerar da normalidade (eutiroidismo).

Curvas nitidamente acima dessa zona, correspondem geralmente a hipertiroidismos, e nitidamente abaixo a hipotiroidismos.

No entanto podem indicar excepcionalmente outras anomalias que a história clínica do doente esclarece. Por vezes para diagnosticar um hipertiroidismo basta que um só dos valores obtidos esteja acima da curva limite. Outro indício de hipertiroidismo é a curva atingir o seu valor máximo antes das 24 h (Fig. 8.)

II = Os três valores das percentagens da dose ingerida,  $d_e$ , de  $I^{31}$  eliminada pela

urina desde o momento da ingestão até 6 h depois, das 6 h às 24 h e das 24 h às 48 h, permitem traçar embora com pouco rigor a curva da eliminação do  $I^{31}$  pela urina. Os

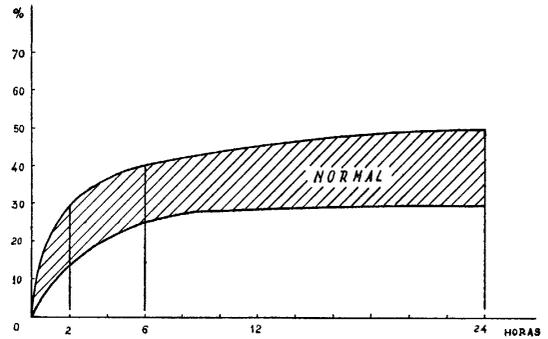


Fig. 8

pontos correspondentes às 24 h e às 48 h são obtidos por soma:

$$d_e(0 - 24) = d_e(0 - 6) + d_e(6 - 24)$$

$$d_e(0 - 48) = d_e(0 - 24) + d_e(24 - 48)$$

Este gráfico é referido aos eixos atrás considerados o que permite a interpretação simultânea das curvas obtidas. A seguir apresentamos um exemplo das curvas obtidas num caso de hipertiroidismo (Fig. 9).

DOENTE: A.V.V.  
DOSE: 50 μc

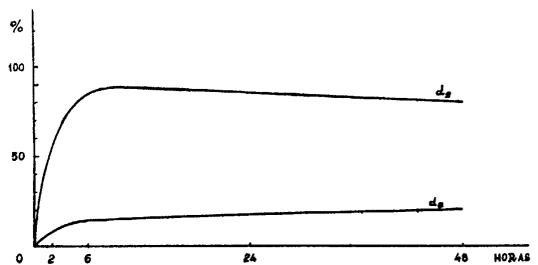


Fig. 9

Também se determina a partir da curva correspondente à eliminação um parâmetro «T» definido pela seguinte expressão:

$$T = \frac{d_e(0 - 8) \times 100}{d_e(8 - 24) \times d_e(0 - 48)}$$

Existe uma tabela que em função dos valores deste parametro, nos permite classificar os vários casos:

$T \geq 13,8$	Hipertiroidismo
$13,8 > T > 9,9$	Muito provável Hipertiroidismo
$9,9 \geq T > 7,1$	Provável Eutiroidismo
$7,1 \geq T > 3,1$	Eutiroidismo
$3,1 \geq T > 2,1$	Provável Eutiroidismo
$2,2 \geq T > 1,9$	Muito provável Hipotiroidismo
$1,9 \geq T$	Hipotiroidismo

III — Nos casos em que o clínico julga necessário também se traçam curvas representando em ordenadas as percentagens da dose ingerida por litro de plasma, referidas ao tempo zero, do  $I^{31}$  total  $d_{pl}$ , do  $I^{31}$  em forma inorgânica  $d_{pl}$  e do  $I^{31}$  ligado às proteínas  $d_{pl}^p$ , e em abscissas o tempo em dias. As extracções de sangue são feitas nos dias indicados pelo clínico, às vezes diariamente Fig. 10.

Evidentemente que:

$$d_{pl} = d_{pl} + d_{pl}^p$$

o que constitui uma fácil verificação, de que esta análise foi feita com o rigor necessário.

É a relação entre os valores  $d_{pl}$  e  $d_{pl}^p$  em determinados instantes que dá ao clínico informações que devidamente interpretadas conduzem a conclusões sobre o funcionamento da glândula tiroideia do indivíduo cujo sangue foi analisado.

Não esqueçamos que a percentagem  $d_{pl}^p$  correspondente ao  $I^{31}$  ligado às proteínas provém principalmente da hormona segregada pela tiroideia.

Esta análise só se faz em determinados casos porque exige a frequente presença do doente com os incômodos e perdas de tempo inerentes.

Devido à complexidade dos fenómenos que por este método se pretendem estudar, os resultados que por vezes se obtêm não traduzem rigorosamente a realidade bioló-

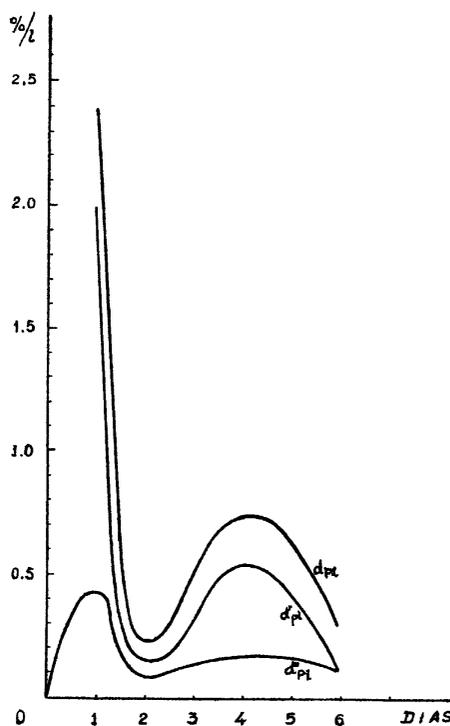


Fig. 10

gica. Estuda-se presentemente a aplicação dum novo método mais completo <sup>(1)</sup> que tende a definir com maior precisão o funcionamento da glândula tiroideia, pois determina parâmetros que permitirão calcular a massa de iodo que, numa hora, é utilizada na elaboração da hormona.

MARIA AUGUSTA PÉREZ FERNÁNDEZ

Do Serviço de Isótopos do I. P. O.  
Bolseira do I. A. C.

<sup>(1)</sup> Julio Palácios, «Integration of the equations describing the iodine metabolism and new techniques for the diagnosis of thyroid diseases with radioactive iodine», *Clínica Contemporânea*, Junho 1954.