



O ESTUDO DOS COMPARTIMENTOS ORGÂNICOS E O SEU
VALOR NA APRECIACÃO DO ESTADO NUTRITIVO

C. SANTOS REIS, C. JORGE JANZ e GABRIELA L. PINTO

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL
DE
LISBOA

BIBLIOTECA

Separata dos ANAIS DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL, Volume XVI, N.º 1/4

Janeiro/Dezembro 1959

O ESTUDO DOS COMPARTIMENTOS ORGÂNICOS E O SEU VALOR NA APRECIACÃO DO ESTADO NUTRITIVO (*)

C. SANTOS REIS, G. JORGE JANZ e GABRIELA L. PINTO

Estudos recentes, sobretudo durante o último conflito mundial e no pós-guerra, trouxeram-nos um melhor e mais profundo conhecimento das consequências individuais e sociais das carências alimentares, permitindo-nos um maior *contrôle* das observações feitas e uma mais apurada crítica dos resultados até então obtidos.

Deste binómio — dados existentes e criticismo construtivo — nasceram novos meios de investigação que podemos distribuir por dois grandes grupos:

- 1) Estudos da capacidade física (*performance*)
- 2) Estudos da composição orgânica

1 — ESTUDOS DA CAPACIDADE FÍSICA (*PERFORMANCE*)

A verificação dum melhor rendimento ergográfico por parte de populações bem nutridas é um facto ampla e remotamente conhecido. Assim, «por ocasião da construção do caminho de ferro de Paris a Ruão, em 1841, empregaram-se alguns operários ingleses e franceses. Os engenheiros cons-

(*) Parte de um trabalho apresentado à 2.^a reunião da Sociedade Portuguesa de Bioquímica, com o título de «Biometria e Bioquímica» (142).

trutores da linha observaram dentro de pouco tempo que dois operários ingleses trabalhavam tanto como três operários franceses! Verificou-se que os ingleses absorviam grandes quantidades de carne e cerveja, enquanto os franceses se alimentavam exclusivamente de legumes. Os empreiteiros resolveram então estabelecer um rancho comum e forçar franceses e ingleses a uma ração igual assim constituída: carne 600 g, pão 750 g, batatas 1 000 g e cerveja 2 000. Desde que esse regime se instituiu a desigualdade no trabalho desapareceu» (RAMALHO ORTIGÃO, 125). A diminuição do rendimento com a baixa da dieta alimentar traduz-se, também, expressivamente no quadro de LEHMANN e MÜLLER (1950) que reproduzimos (166).

QUADRO I

T. ligeiro		T. moderado		T. duro		T. muito duro	
Calorias	Rend. %	Calorias	Rend. %	Calorias	Rend. %	Calorias	Rend. %
2 400	100	3 000	100	3 600	100	4 200	100
2 200	65	2 700	76	3 300	82	3 900	88
2 000	30	2 500	58	3 000	66	3 600	76
1 750	—	2 250	42	2 750	54	3 300	64
1 500	—	2 000	27	2 500	44	3 000	55

Por outro lado, na caracterização das várias fases da desnutrição, mesmo nas que mais precoces são, sobressaem, como sinais primários, a fraqueza muscular e a diminuição da resistência à fadiga. «No começo, a inanição acompanha-se duma perda da resistência muscular, mas a coordenação dos movimentos precisos e a força muscular simples estão relativamente pouco diminuídas. Observa-se ulteriormente uma perda considerável e muito marcada da força muscular, mas este sintoma permanece contudo menos impressionante que a quebra da resistência. A diminuição da aptidão para executar movimentos rápidos e de fraca amplitude não é muito sensível antes dos estados extremos da inanição, mas a utilização voluntária desta aptidão está em geral fortemente restringida.» (40).

A precocidade do aparecimento desta diminuição da aptidão e resistência muscular justificou uma série de investigações tendentes a averiguar a possibilidade de aplicar a sua medida ao estudo do estado nutricional do indivíduo.

Numa recente revisão, BROZEK (26) agrupa as provas deste tipo em quatro grandes capítulos:

1.1. — LOCOMOÇÃO

Entre os exames de resistência física, os que mais estudados têm sido pelos fisiologistas são os referentes à locomoção, aplicando quer a bicicleta-ergômetro quer o cilindro-giratório. Os aspectos da capacidade física assim estudada podem ser referidos à velocidade, resistência, ou mais raramente a coordenação avaliada com base no consumo de oxigénio durante uma tarefa-padrão.

1.2. — MANIPULAÇÃO

Os aspectos e componentes biológicos da capacidade manipulativa são pouco numerosos — força, velocidade e coordenação — mas os *tests* psicomotores que têm sido propostos para os medir são muitos. Habitualmente dividem-se em três categorias quanto à apresentação dos resultados, mas é preciso não esquecer que força, velocidade e coordenação são categorias abstractas.

Estatisticamente, as baixas correlações existentes entre os *tests* que pertencem logicamente à mesma categoria indicam a alta especificidade das funções motoras. Fisiologicamente, os factores limitantes da velocidade dos diferentes tipos de movimentos podem ter muito pouca coisa de comum.

1.3. — FUNÇÕES SENSORIAIS

Neste capítulo estudam-se dois tipos de funções: as que são afectadas especificamente por uma deficiência nutricional (diminuição da adaptação à obscuridade como critério de depleção da vitamina A) e as gerais, que são de importância nas relações do indivíduo com o ambiente que o rodeia, podendo determinar ou pelo menos afectar a sua eficiência profissional (sob o ponto de vista da capacidade militar, a localização do som no espaço pode ser tão importante como a acuidade auditiva).

1.4. — CAPACIDADE INTELECTUAL

A inteligência do indivíduo pode ser avaliada por provas de poder mental em que não há limites de tempo, por provas de velocidade com

limites de tempo determinados ou pela capacidade de aprendizagem medida em referência ao aperfeiçoamento obtido numa tarefa mental. São numerosas as provas existentes para a medição da capacidade intelectual, mas as necessidades peculiares da investigação nutricional reduzem a sua utilidade.

Muito embora correndo o risco de excedermos os limites impostos a esta nota, não podemos deixar de fazer umas breves referências a algumas das limitações que ainda recaem em algumas destas provas. Assim, por exemplo, a resistência a longas marchas poderá parecer um excelente *test* da resistência, mas tem-se verificado muitas vezes que o estado dos pés do indivíduo, facto que pouco ou nada tem que ver com a sua nutrição, é o principal factor da incapacidade. JANZ e colaboradores utilizaram em S. Tomé o *step-test* e concluíram: «O resultado desta e doutras provas semelhantes, destinadas a apreciar a resistência à fadiga, devem ter em conta, no entanto, que a execução dum trabalho muscular e o início da fadiga subjectiva são grandemente influenciados não só pela motivação como pelo treino anterior, e, embora qualquer destes elementos se encontre afectado nos estados de desnutrição intensa, não está provado que a simples malnutrição limite as possibilidades de trabalho muscular ou aumente a fadiga num indivíduo ou grupo de indivíduos. Na nossa experiência, parece que tal não sucede. Deve-se, no entanto, compreender que as possibilidades de emprego, no trabalho de campo, de métodos usados com êxito no laboratório são muito reduzidas e não nos permitem, até agora, verificar em inquéritos nutricionais a asserção de que a resistência é capaz de ser um indicador bom e sensível da deficiência de nutrição» (86).

Por outro lado, não devemos esquecer que a capacidade física não é um dado unitário, mas que representa antes o produto da motivação pela resistência e que muitos dos resultados destas provas são susceptíveis de aperfeiçoamento com a prática, e que, portanto, a sua interpretação se apresenta difícil, parecendo que o método ideal seria o emprego de *tests* múltiplos que abrangessem toda a gama dos componentes dessa capacidade (26).

1.5. — CONDIÇÕES MINIATURAIS DE TRABALHO

O rendimento ergográfico é um dado complexo em que vários factores não controlados podem facilmente mascarar ou simular diminuições de capacidade, que, posteriormente, são indevidamente atribuídas à dieta. Procurando evitar tais inconvenientes, surgiram, após trabalhos de HAGGARD & GREENBERG (69), HALDI & WYNN (70), KRAUT & MÜLLER (94), MACKWORTH

(103), BROZEK & MONKE (35) e muitos outros, os estudos feitos em condições miniaturais de trabalho, em que se procuram reproduzir, com o máximo de fidelidade possível, as verdadeiras condições habituais em que o indivíduo exerce a sua actividade.

O valor deste método está ainda em estudo, mas um processo podemos assinalhar-lhe desde já: nestas condições o trabalho pode manter-se durante horas e dá-se, portanto, em aerobiose muscular, ao passo que nos exames laboratoriais clássicos o esforço físico se reduzia a pequenos períodos, raramente excedendo os 5 minutos, durante os quais o músculo é forçado a trabalhar em anaerobiose.

2 — ESTUDOS DA COMPOSIÇÃO ORGÂNICA

O peso continua a ser, dada a precocidade das suas modificações e a sensibilidade às variações dietéticas, uma das características do estado de nutrição mais estudadas. Pelo que influi no custo energético da actividade física do indivíduo — para uma mesma actividade (movimentos de número, amplitude, velocidade e força constantes) o gasto calórico tende a ser igual ao peso (57) — por exigir um aumento de necessidades digestivas, respiratórias e circulatórias (90) e por acompanhar de perto todas as alterações metabólicas a que o organismo está sujeito, o peso tem um verdadeiro significado metabólico.

Por tudo isto, o aumento, manutenção ou perda de peso continua a ser um critério aceite para avaliar os efeitos nutritivos duma determinada dieta e esta característica usa-se até para definir os limites dos vários graus de malnutrição: carência ligeira se a perda de peso não ultrapassa 15 %, moderada se ela se situa entre 15 e 20 %, grave quando ultrapassa esse limite e muito grave se atinge 40 % e há perigo iminente de morte (40).

Os perigos que acompanham a obesidade (quadro II) e o número sempre crescente dos seus casos em países que dispõem de «superalimentação», como o são os E. U. A., levaram os investigadores a detalhar os componentes dessa característica, pois que, para completo conhecimento da bioquímica e metabolismo orgânicos, indispensável é conhecer a concentração, balanço e composição total (71) dos seus diversos constituintes.

Outro o critério habitual para caracterizar a obesidade era a comparação do seu peso com um «padrão», isto é, o valor médio dos indivíduos normais (30) não é satisfatório, pois a diferença do padrão pode resultar de diferenças relativas das massas dos diversos componentes orgânicos —

QUADRO II

Mortalidade em percentagem da dos indivíduos de peso normal		Peso em percentagem do normal	
Geral	Doenças renais e cardiovasculares	108	- 15 a 35 % . . .
		99	- 5 a 14 % . . .
		100	Normal . . .
		122	+ 5 a 14 % . . .
		144	+ 15 a 25 % . . .
		174	+ de 25 % . . .
Diabete		77	
		64	
		100	
		257	
Pneumonia		111	
		94	
Tuberculose pulmonar		202	
		46	
Cancro		102	
		111	
Acidentes		92	
		112	

(Apud TREMOLIERES, 1965)

músculos, tecidos adiposos, ossos e, em doentes com edemas, líquidos extra-celulares. E, ver as diferenças que separaram um campeão de circo, grotasca-celular, mente obeso em que mais de metade do organismo se compõe de tecido adiposo; da vítima de prolongado período de fome, com pouco ou nenhum depósito adiposo, de massas musculares diminuídas e excesso de líquidos extracelulares, formando até ascite e edemas; e dum doente com forma grave de anorexia mental, que está também magro, como o faminto, mas, ao invés deste, se apresenta «seco» (27). As variações podem atingir tal vulto que a associação habitual de «aumento de peso = obesidade» pode corresponder apenas a grossos erros: WELHAM & BEHNKE, por exemplo, encontraram num grupo de futebolistas profissionais um peso que era 25 % superior ao dos padrões requeridos no exercício, que, portanto, deveriam ser considerados como obesos, quando, na verdade, esses homens eram até bastante magros, pois apresentavam pouca gordura e o seu aumento de peso resultava dum notável aumento da massa muscular (174).

Passou-se assim a estudar não o simples peso orgânico, mas a sua composição, que é a que condiciona as suas necessidades energéticas (68) e traduz fielmente o valor calórico da dieta ingerida, de tal modo que, no adulto, uma composição e peso constantes significam equilíbrio do balanço

calórico e, inversamente, uma variação sua num indivíduo, mesmo com um aparente bom estado de nutrição, representa uma prova directa dum regime inadequado em relação às necessidades.

Tais estudos, que se mostraram rapidamente bastante fecundos, vieram explicar muitas das discrepâncias que se encontravam entre os dados teóricos e os da observação. Assim, MITCHEL pôde provar que o aumento de peso dos animais em crescimento pode diferir no seu conteúdo em proteínas, gordura e água, de modo que aumentos iguais de peso absoluto do animal não representam necessariamente a mesma coisa e podem não ser biologicamente comparáveis nem mesmo representar efeitos nutritivos iguais (113). Numa experiência realizada em Edimburgo, PASSMORE e col. encontraram aumentos de peso inferiores aos que seriam de esperar pelo respectivo balanço calórico (132) e o mesmo verificaram, em África, HOLMES e col. (84). Ora, se o azoto é retido pelo organismo e o peso não aumenta correspondentemente é porque algum outro constituinte orgânico diminuiu simultaneamente, e o mais provável é que tenha sido a água a fazê-lo. NEWMAN verificou, por sua vez, que a perda de 4 536 g sofrida pelos seus examinados correspondia a 2 449 g de gordura, 499 g de água ligada à gordura, 318 g de proteínas e 1 270 g de água que lhe está associada (123).

2.1. — OS COMPARTIMENTOS ORGÂNICOS

O peso do indivíduo apresenta-se, portanto, como o somatório de vários constituintes. Mas quais são eles?

Anatômicamente podemos distinguir no organismo humano vários tecidos e órgãos (pele, ossos, músculos, etc.), da mesma forma que, fisiologicamente, se distinguem diversos sistemas e aparelhos (digestivo, nervoso, urinário, etc.), mas a verdade é que tais divisões, além de não terem medidas fáceis, nada nos informam sobre o seu metabolismo (A. KEYS, 90) e são de abandonar no ponto de vista nutricional em que nos colocamos.

As modificações apresentadas pelos órgãos também pouco ou nada nos adiantam. O sistema nervoso, por exemplo, depois de terminado o seu desenvolvimento, parece ser bastante insensível às modificações dietéticas, muito embora elas possam alterar profundamente as suas funções; as modificações carenciais do esqueleto parecem ser muito limitadas e de muito vagarosa instalação (91). As experiências de PECORA & HIGHMAN mostraram que as restrições alimentares tinham efeito diminuto sobre o peso de cérebro e das cápsulas supra-renais, efeito um pouco maior no do coração, rins e

testículos e uma acção muito marcada no fígado e baço (134), querendo isto dizer que, embora todos os tecidos orgânicos sofram modificações com as carências dietéticas, há uma grande variabilidade no grau em que cada um deles é atingido (66). Não podemos, porém, extrair o fígado ou o baço do indivíduo para sabermos se está ou não bem nutrido!

Fundamentalmente, o que nos interessa é obter uma divisão metabólica do organismo. A base da sua diferenciação em «compartimentos» de interesse nutricional tem sido principalmente histoquímica, pois as massas tecidulares são consideradas em termos da sua composição química principal. Essa diferenciação, aliás, apresenta-se de modo diferente conforme o ponto de vista metodológico e também consoante as escolas de investigadores.

Não há, nesses esquemas, lugar para muitos constituintes orgânicos considerados em bloco, porque, metabòlicamente, eles podem ser desdobrados em elementos mais simples de importância diversa. O sangue, por exemplo, separa-se em plasma, que entra nos líquidos extracelulares, e em células, que fazem parte da «massa activa». O esqueleto, que forma uma boa parte do peso do homem vivo (16 %, segundo SIMONNET, 155), pode desdobrar-se em minerais (que são apenas 1/4 da massa óssea total), água, células e gorduras que se incluem nos respectivos compartimentos.

Várias são já as divisões propostas. BROZEK & KEYS distinguem o sangue (= plasma + células), os líquidos intersticiais, os ossos, a gordura e os tecidos «activos», principalmente: músculos, glândulas e nervos (31); BERGER e col. (16) e McCANCE & WIDDOWSON (106) separam a água total, a gordura e os sólidos; GOPALAN e col. isolam a gordura, sólidos não gordos e água (66).

Mas uma das mais fáceis e simples é a que distingue a massa metabòlicamente activa (MA) da que se apresenta praticamente inerte sob esse ponto de vista (Massa não activa, MNA). A primeira é formada pelo conjunto das células orgânicas que podem formar uma massa que atinge 30 a 60 % do peso do indivíduo, encontrando-se os seus valores mais elevados nos homens magros e fortemente musculados, em estado de desidratação, e os mais baixos nas mulheres sedentárias que são, ao mesmo tempo, gordas e edematosas (90). A MNA inclui a gordura, os líquidos extracelulares, os minerais do esqueleto e a porção queratinizada do esqueleto (unhas e pêlos) (KEYS), mas a parte constituída por esta última é tão diminuta que pode desprezar-se, na prática. O tecido adiposo não é, como vulgarmente se supõe, apenas gordura; nele podemos distinguir a água, as células e a gordura pura. Esta forma, realmente, um dos compartimentos orgânicos. As células gordas

são relativamente inactivas, não se incluindo, por isso, na massa celular (149), e, com excepção do núcleo, são anidras, pelo que a água existente nesse tecido pode considerar-se, na prática, totalmente extracelular (71).

Um outro sistema de divisão, baseado sobretudo nas possibilidades dos métodos de medida, considera o organismo formado por água e sólidos, subdividindo-se estes últimos em gordura, minerais (ou parte mineral do esqueleto) e substâncias celulares sólidas (92). O esquema I ilustra estes dois critérios de divisão do organismo. Devemos dizer que esta «compartimentação» orgânica tem não só um bom fundamento metabólico, mas que corresponde ainda, bastante satisfatoriamente, às actuais possibilidades de mensuração (91, 92).

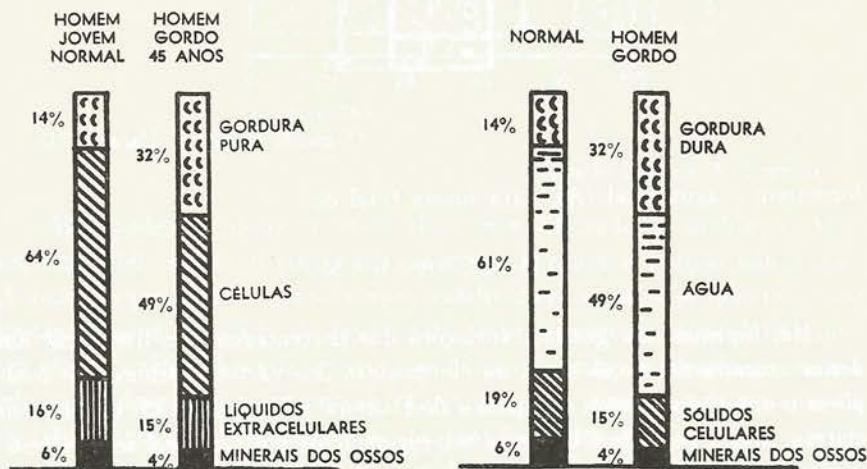
O peso do indivíduo pode, portanto, considerar-se como resultante da adição duma massa activa (MA) com a não activa (MNA):

$$P = MA + MNA$$

Mas a MA é constituída pelas células (C) e a MNA pela gordura (G), líquidos extracelulares (EC) e minerais (M) e a equação pode transformar-se nesta outra:

$$P = C + G + EC + M$$

ESQUEMA I



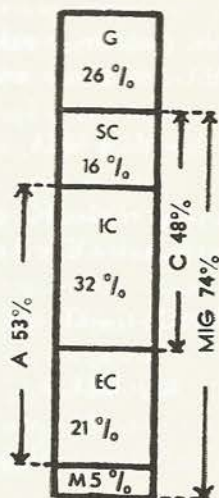
(Segundo KEYS & BROZEK)

As células, porém, são constituídas por uma parte sólida (SC) e outra líquida, os líquidos intracelulares (IC), pelo que a igualdade se transforma em:

$$P = SC + IC + G + EC + M$$

que o esquema II documenta gráficamente, e que pode reduzir-se ainda um pouco, em virtude do conjunto dos líquidos intracelulares e extracelulares

ESQUEMA II



(Segundo HAMWI & URBACH, 71)

formarem a água total (A), para forma final de:

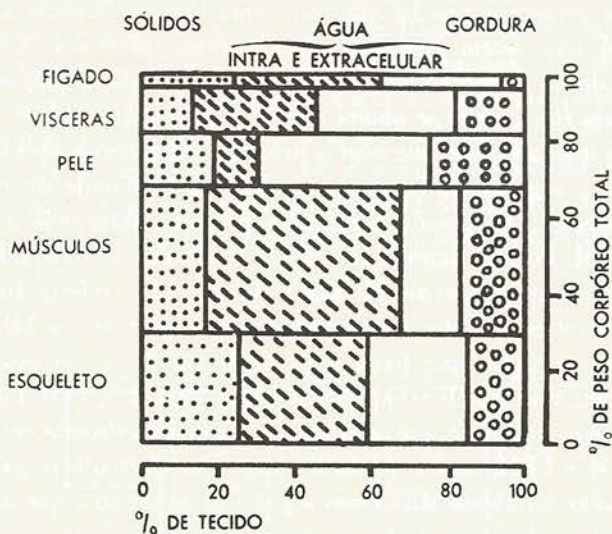
$$P = SC + A + G + M$$

Há, logicamente, grandes variações das percentagens em que cada um destes «compartimentos» entra na composição dos vários sistemas que compõem o organismo, como o esquema de DARROW e YANNET (135) traduz com clareza, mas a verdade é que essa heterogeneidade é desprezível se a relacionarmos com as diferenças existentes entre os diversos compartimentos (119) e perdem, por isso, bastante do seu valor.

2.2. — O CONCEITO DA MIG

A grande uniformidade da composição química dos vários tecidos orgânicos dos mamíferos, uniformidade essa que já conduziu a generalizações importantes, como o conceito de CLAUDE BERNARD dum «meio interior» constante, a teoria de MACALLUM duma «origem oceânica dos mamíferos» e a norma de TALBOT e BENNETT duma massa protoplásmica activa» (128), dá uma base segura à divisão do organismo humano em «compartimentos».

ESQUEMA III



(Segundo DARROW & YANNET)

Mas podemos ainda ir mais além. Simplificando o problema, MICKELSEN (109) separa o corpo em esqueleto, gordura e porção não gorda. A parte esquelética é, como vimos, subdividível e os seus minerais, por bastante resumidos (5 % do peso total), podem desprezar-se, de forma que, em última análise, haveria apenas que distinguir entre a fracção gorda e a não gorda do organismo, como já foi demonstrado, directamente em animais de laboratório e indirectamente no próprio indivíduo.

Ora, o metabolismo orgânico é evidentemente o resultado dos processos energéticos da parte activa do organismo, que se identifica com o seu com-

ponente celular, pois que os líquidos extracelulares, os minerais e a gordura são praticamente inertes, com acentuámos atrás. E se assim é, e se o conteúdo hídrico do organismo privado de gordura é relativamente constante como o querem RATHBURN e PACE (140), podemos assimilar a parte activa do organismo à sua porção não adiposa. É esta fracção que os autores de língua inglesa vêm designando por «Fat Free Mass» (FFM) e por «Lean Body Mass» (LBM) e que nós denominámos, em trabalho recente (87), «Massa Isenta de Gordura» (MIG), que engloba, principalmente, os músculos, glândulas e nervos (31) ou mais propriamente o conjunto celular do corpo humano, conceito este que, desde BEHNKE (9), se tem demonstrado muito valioso em estudos nutricionais.

Antes de prosseguirmos há que fazer uma breve referência ao facto de FFM e LBM não serem conceitos absolutamente idênticos. Consoante o método seguido na extracção da gordura, anatómico (dissecção) ou químico (extracção pelo éter), assim se obterá maior ou menos quantidade deste componente, pois que, ao passo que com o primeiro extrairemos apenas o tecido adiposo, com o segundo isolar-se-á a verdadeira totalidade de substâncias lipídicas existentes; adoptando o primeiro processo obter-se-ia a LBM e o segundo a FFM. Porém, BEHNKE, ao lançar o seu conceito da LBM, depois aceite por muitos autores, como MILLER e BLYTH (111), referia que parte da gordura extraível com o éter era essencial e que, portanto, a LBM deveria conter alguma gordura, que fixou mais tarde em 10 % do peso total do corpo (11), taxa essa que baixou, recentemente, para 2 % (15). Foi o desconhecimento desta definição que provocou a confusão existente entre os conceitos de FFM e LBM, mas a verdade é que com ela nada se ganhou (90) e por nosso lado definimos MIG como a parte do organismo que não contém gordura diferenciada, quer dizer, em nossa opinião,

$$\text{MIG} = \text{P} - \text{G}$$

Têm-se acumulado as provas de que as percentagens de água, proteínas e minerais são relativamente constantes na MIG. Já em 1922, MURRAY o afirmava nos animais (122) e, no ano seguinte, MOULTON propunha e documentava o conceito de *maturidade química*, atingida em diferentes idades pelos diversos mamíferos, definida como a idade em que a composição da MIG se torna constante (121), visto que o conteúdo hídrico da MIG decai rapidamente desde a concepção até ao nascimento, e daí em diante mais vagarosamente, até que atinge um nível constante.

Este conceito tem-se mostrado um instrumento muito fecundo em trabalhos de nutrição, não só esclarecendo muitas das dificuldades que tínhamos com a apreciação dos valores do LMB com o sexo, idade e corpulência, mas provando até ser um melhor critério para se obter a correcta dosagem das drogas administradas.

OS COMPARTIMENTOS ORGÂNICOS

Admitida a divisão do organismo humano nos seus quatro componentes principais — sólidos celulares, minerais, água e gordura —, interessará agora apreciar as possibilidades do seu estudo e a idoneidade dos seus resultados.

HAMWI e URBACH estudaram cinco grupos de indivíduos (esquema IV), um de normais, outro de magros por malnutrição crónica, outro de obesos exógenos, outro de diabéticos e ainda outro de anciães. Dos seus resultados verifica-se que os minerais variam de 4 a 6 %, os sólidos celulares de 12 a 20 %, a gordura de 6 a 39 % e a água total de 45 a 68 % (a EC de 20 a 31 % e a IC de 23 a 37 %). Os minerais e os sólidos celulares mostram-se, portanto, bastante constantes (margem de variação de 2 a 8 %), ao passo que a gordura e a água apresentam grande variabilidade (33 e 23 %, respectivamente).

ESQUEMA IV

100	NORMAL	EMACIATED	OBESE	DIABETIC	ELDERLY
	FM 26%	FM 6%	FM 39%	FM 35%	FM 32%
	CS 16%	CS 20%	CS 12%	CS 14%	CS 13%
	ICW 32%	ICW 37%	ICW 25%	ICW 24%	ICW 23%
	ECW 21%	ECW 31%	ECW 20%	ECW 23%	ECW 27%
0	MM 5%	MM 6%	MM 4%	MM 4%	MM 5%

(Segundo HAMWI & URBACH)

Deles podemos retirar duas ilações: primeira, o estudo dos compartimentos orgânicos permite de facto diferenciar estados nutricionais bastante diversos, embora com peso idêntico, e, segunda, a apreciação dos compartimentos hídrico e adiposo será o mais fecundo meio para a sua mensuração.

Quantitativamente falando, a água é o maior componente orgânico. Ela constitui a maior parte dos espaços extra e intracelulares, permite as reacções enzimáticas e as dissociações electrolíticas e as suas variações são de importância e gravidade extremas em muitas situações patológicas, muito especialmente em Pediatria, onde a correcção urgente das suas modificações é a chave do sucesso terapêutico e a única possibilidade de salvação do pequeno enfermo. Bem justa é, portanto, a frase, já clássica, de que o «homem vive na água, e em água corrente».

A sua importância reside, sobretudo, na constância do seu teor na MIG, o qual tem sido fixado em 72,3 % (RATHBURN e PACE, 140) ou 71 % (McCANCE e WIDDOWSON, 105). O estudo desta constante em animais veio confirmar os resultados obtidos para o homem: SPRAY e WIDDOWSON verificaram que a água contida em 100 g de MIG do rato (0,35 kg), coelho (2,6 kg), gato (4 kg), porco (125 kg) e do homem (65 kg), variava dentro de limites muito estreitos: de 72.8 % no homem e no coelho e de 75.6 % no porco (159).

Nota-se, contudo, uma falta de correlação entre o teor em água total e o peso do organismo, mas ela pode explicar-se pela correlação inversa que existe entre ela e a gordura orgânica (PACE e RATHBURN, 128; HARDY e DRABKIN, 72), e situação idêntica se verifica entre as taxas de plasma e de líquidos extracelulares (HARDY, SEN e DRABKIN, 73). O volume plasmático, tal como a água total, é proporcional à MIG e inversamente proporcional à gordura dos indivíduos masculinos adultos. Na malnutrição o organismo tem um excesso de líquidos extracelulares que baixam durante a fase de recuperação, em que aumentam a gordura e os líquidos intracelulares (WIDDOWSON e McCANCE, 175).

A água total do organismo distribui-se por vários espaços, que são o intracelular e o extracelular, este dividido ainda em vascular e intersticial. Os valores actualmente admitidos como normais (quadro III) são um pouco inferiores aos que tinham sido primitivamente aceites (WEISBERG, 173), mas as diferenças não são excessivas.

Mas não há dúvida alguma de que o componente adiposo do organismo dos mamíferos, relacionado de perto com a sua alimentação, é o que maior variabilidade apresenta (105, 138). Já em 1920, MOULTON referia que os

QUADRO III

Sector hídrico	Valores antigos — Média	Valores recentes	
		Média	Limites
1 — Água total	70	—	—
Homem adulto	—	60	50-70
Mulher adulta	—	54	44-65
Criança	—	77	70-83
2 — Líquido intracelular	50	—	—
Homem adulto	—	45	36-50
Mulher adulta	—	40	30-45
Criança	—	48	45-50
3 — Líquido extracelular	20	—	—
Homem adulto	—	15	14-23
Mulher adulta	—	14	14-20
Criança	—	29	25-33
4 — Líquido intersticial	15	—	—
Homem adulto	—	11	10-18
Mulher adulta	—	10	10-15
Criança	—	23,5	20-27
5 — Líquido intravascular	5	—	—
Homem adulto	—	4,5	4-5
Mulher adulta	—	4	3,5-4,5
Criança	—	5,5	5-6

vitelos sujeitos a restrições alimentares tinham apenas 1,9 % de gordura, ao passo que os normais apresentavam 18,5 % e os superalimentados 32,6 % (120). PERRY, BEESON e VOSTEEN dividiram um lote de porcos com peso idêntico (18 kg) em três grupos, a quem deram dita igual, mas a um adicionavam um antibiótico (a aureomicina) e a outro um agente modificador das trocas energéticas interfases (o sulfonato de alquilo-benzeno), ficando o primeiro com o regime simples; os consumos diários dos respectivos grupos passaram a ser de 2, 3 e 2,5 kg respectivamente e, sem que houvesse qualquer diferença de eficiência alimentar (3,6 kg de ração por cada quilograma de aumento de peso, em todos os grupos), os animais pesavam, ao fim de 112 dias, 85, 99 e 90 kg, com as seguintes percentagens de

QUADRO IV

Gordura em percentagem do peso	Tipo de alimentação		Alimentação forçada			Alimentação livre		Alimentação livre				Método de alimentação	
	Livre	Forçada	Número de refeições diárias			Horas de acesso à alimentação		Horas de acesso aos alimentos				Sólida	Líquida
			2	3	4	2	24	Intuba- dos	Não in- tubados	Intuba- dos	Não in- tubados		
Número de casos .	9	9	5	8	7	4	5	5	6	6	6	10	10
Média do grupo .	9,9	17,6	17,5	17,5	19,1	9,1	10,4	7,4	7,1	9,0	8,4	12,5	17,2
Limites . . .	9,2-11,6	16,2-18,6	13,2-19,6	14,9-19,1	15,1-20,7	8,4-9,7	9,2-12,3	6,8-7,5	6,1-8,1	7,2-11,4	6,8-11,2	10,3-15,3	9,1-13,4 13,9-19,2

gordura: 47,8 %, 56 % e 53,5 % (136). Por lesão hipotalâmica, MONTENURRO e STEVENSON conseguiram ratos gordos, mas não obesos, em que havia 50,8 % de gordura, enquanto os animais normais tinham apenas 14,4 % (116). Para FENTON e DOWLING a obesidade do macaco deve ser avaliada pelo estudo da sua gordura (59). COHN, JOSEPH e SHRAGO verificaram que nem o número de refeições diárias, nem o de horas com acesso aos alimentos, nem a intubação gástrica simples, nem mesmo o tipo da dieta alterava a composição adiposa dum grupo de ratos em estudo (quadro IV), mas que o seu teor aumentava significativamente se fossem alimentados à força, por meio duma sonda gástrica, muito embora a sua dieta fosse idêntica à dos animais que se alimentavam livremente (39).

No homem conhecem-se factos semelhantes. Nas autópsias de vítimas da fome encontra-se repetidamente uma diminuição muito marcada ou mesmo uma virtual desapareição dos depósitos adiposos, enquanto que nas pessoas obesas estes estão fortemente aumentados. Na experiência de Minnesota o peso dos examinados diminuiu, depois de 6 meses de restrições alimentares, de 69,4 kg para 52,6 kg (perda de 24,2 % do peso original), ao passo que a gordura passou de 9,8 % para 3,1 % (variação de 69 %). Na fase de recuperação, com dietas que diferiam, progressivamente, de 400 calorias, o aumento da gordura foi mais rápido que o dos outros tecidos moles: o peso aumentou de 21, 30, 41 e 56 % e a gordura 17, 42,5, 45,9 e 94,8 % (91).

Em resumo: para cada indivíduo o peso do esqueleto e da MIG parecem estar sempre dentro de limites muito estreitos (109), enquanto que a água e, sobretudo, a gordura, a cujos depósitos quimicamente definidos se associam acréscimos de proteínas e de outras substâncias não lipídicas (59), se mostram sujeitas a maiores variações (140).

Daí o interesse, teórico e prático, clínico e laboratorial, que há numa adequada apreciação dos componentes do peso, principalmente dos compartimentos hídrico e adiposo.

MÉTODOS DE APRECIACÃO

Muitos são já os métodos que têm sido propostos para se medirem os compartimentos orgânicos. Completando uma recente revisão de BROZEK (27), podemos agrupá-los da seguinte forma:

1. — Métodos directos

1.1. Anatómicos

1.2. Químicos

2. — Métodos indirectos

2.1. Antropologia física

— Dimensões do corpo

— Peso-padrão e peso relativo

— Estudo radiológico da largura de massas orgânicas

— Espessura da prega cutânea

2.2. Biofísica

— Condutibilidade térmica da gordura

— Mineralização óssea

— Densidade orgânica

2.3. Bioquímicos e fisiológicos

— Coeficiente azotado

— Coeficiente da creatinina

— Balanços orgânicos

— Solventes das gorduras

— Espaços hídricos

2.4. Anatômicos

— Biopsias

2.5. Métodos combinados

De todos eles há três — o estudo da espessura da prega cutânea, da densidade orgânica e dos espaços hídricos — que, mercê da sua importância e maior utilização, merecem atenção mais detalhada. Aos restantes apenas necessitamos de fazer uma breve referência.

1 — MÉTODOS DIRECTOS

A análise da totalidade do organismo humano com o intuito de medir os seus diversos compartimentos apresenta, ainda hoje, grandes dificuldades, sendo de técnica muito demorada e tediosa (71). É que, se é difícil obter-se a autorização para nos servirmos dos cadáveres (só neles os métodos são aplicáveis), não é mais fácil conseguir-se o corpo duma pessoa saudável, de idade, sexo e corpulência desejados. Depois, a execução técnica destes estudos exige condições que ultrapassam em muito a capacidade habitual dos laboratórios, requerendo equipamentos especiais, nem sempre possíveis de conseguir-se (105). Finalmente, a imperiosa necessidade de se proceder rapidamente à autópsia não deixa de contribuir também para as limitações que recaem sobre estes métodos.

Apesar de tudo isto, estes métodos mostram-se fundamentais, por serem os únicos que podem dar medidas de referência e valores-padrão com que possamos ajuizar do valor dos resultados obtidos com os métodos indirectos, mais vulgarizados e mais facilmente aplicáveis.

Os métodos directos podem classificar-se como «*anatômicos*», quando dizem respeito à separação mecânica e subsequente pesagem da gordura do organismo, e «*químicos*», quando baseados na extracção da mesma por meio de solventes.

São, porém, muito escassos os dados deste tipo que se encontram na literatura. E compreende-se que assim seja, dadas as limitações que lhe referimos já.

Se exceptuarmos, por se referirem a fetos humanos e só terem, portanto, para nós um interesse relativo, os trabalhos de VON BEZOLD (1857-1858), FEHLING (1877), GIACOSA (1895), CAMERER (1900), STEINITZ (1904), MACY e HUNSCHER (1934) e de alguns mais, muito poucas são as determinações que se têm apresentado.

Parece ter sido MOLESCHOTT (1895) o primeiro a apresentar os resultados obtidos para a composição do organismo humano em relação às proteínas, gordura, água, matérias extractivas e sais (115) e alguns dos seus valores são bastante aproximados dos actualmente admitidos. Mais tarde, em 1863, BISCHOFF inicia o método anatómico, aplicando ao estudo do corpo de dois homens, uma mulher e dois recém-nascidos (18). Em 1888, VIERORDT recolhe nas suas tabelas os resultados à data existentes (167) e, mais tarde, diz que a gordura compõe 18 % do peso total do indivíduo (168). Lamentavelmente, as técnicas ao tempo existentes roubam muito do valor destes primeiros dados e impossibilitam a sua comparação com os que têm sido publicados modernamente.

Usando o método anatómico, WILMER (1940) obtém, como média de treze determinações, para o peso do tecido celular subcutâneo, o valor de 11,5 % do peso total (177). Dois anos mais tarde, SCAMMON indica 10 % no homem e cerca do dobro na mulher (151).

Os dados químicos actualmente disponíveis encontram-se resumidos no quadro V e referem-se a um homem de 35 anos (MITCHELL e col., 114), a uma mulher de 42 anos e dois homens de 25 e 48 anos (WIDDOWSON e col., 176) e a outro homem de 46 anos (FORBES e col. 62), deles sendo de reter que a gordura variou de 1,1 a 23,6 %, a água de 55,1 a 81,6 %, as proteínas de 12,8 a 18,6 % e os minerais de 4,8 a 6,4 %.

QUADRO V

Autores e datas	Idade (anos)	Sexo	Esta- tura (cm)	Peso (kg)	Em percentagem do peso total				Causa da morte
					Água dura	Pro- teínas	Cinzas	Água em percentagem da M/G	
MITCHELL, HAMILTON, STECCERDA e BEAN (1945) . .	35	M	183	70,6	67,9	12,5	14,4	4,8	Insuficiência cardíaca por d. mitral.
WIDDOWSON, McCANCE e SPRAY (1951)	42	F	169	45,1	56,0	23,5	14,4	5,8	Suicídio por afogamento.
Idem	25	M	179	71,8	61,8	14,9	16,6	6,4	Uremia.
Idem	48	M	—	63,8	81,6	1,1	12,8	4,8	Endocardite infecciosa com grandes edemas.
FORBES, COOPER e MITCHELL (1953)	46	M	168,5	53,8	55,1	19,4	18,6	5,4	Acidente com traumatismo cerebral.

Infelizmente, todos estes valores se referem a indivíduos com alterações patológicas que tornam impossível a sua utilização como normas, além de que o seu escasso número não permite estabelecer qualquer valor médio significativo.

2 — MÉTODOS INDIRECTOS

Os chamados métodos indirectos procuram avaliar os compartimentos orgânicos a partir de várias características, que vão buscar a diversos campos mais facilmente acessíveis e utilizáveis na mensuração de indivíduos vivos.

2.1. — DADOS DA ANTROPOLOGIA FÍSICA

Neste capítulo têm-se estudado as dimensões do corpo, a comparação com padrões e o peso relativo, a largura de massas orgânicas definidas e a espessura da prega cutânea.

2.1.1. — DIMENSÕES DO CORPO

Além do estudo do peso e estatura do indivíduo, a que nos referimos a seguir, mostrou-se recentemente (BEHNKE e col., 14; SARKISIAN, 150) que a diferença entre os perímetros torácico e abdominal tende a ser paralela à densidade do organismo e pode servir como medida grosseira do estado de nutrição.

As reservas inerentes a todos os métodos antropométricos e as dificuldades resultantes da selecção de valores-padrão isentos de crítica roubam muito do interesse destes métodos.

2.1.1. — PESO-PADRÃO E PESO RELATIVO

A apreciação da gordura tem-se baseado, até agora, quase que exclusivamente nos desvios individuais do peso teórico para o seu sexo, idade e estatura. Isto está de harmonia com o conceito popular de que uma pessoa «gorda» é a que pesa mais e até com algumas experiências animais: um porco ou um pato muito pesados terão não só um peso total muito maior que um animal magro da mesma idade mas, ao mesmo tempo, haverá um aumento considerável dos seus depósitos gordos (31). Acontece, porém, que

isto só é válido com desvios muito pronunciados, em que, na ausência de edema, um largo aumento de peso significará uma acumulação de gordura. No homem, já o dissemos, os aumentos de peso de amplitude relativamente diminuta podem levar a conclusões errôneas se são apreciados independentemente da respectiva composição orgânica. Recordemos a este propósito o caso dos futebolistas profissionais e as diferentes composições que se obtiveram para pesos idênticos, que referimos anteriormente. A utilização deste processo tem ainda defensores, como GROSSMAN (68), apesar de todas as limitações de que enferma.

A apreciação do grau de obesidade, baseada no peso relativo, quer dizer, no peso actual expresso como percentagem do peso-padrão dos indivíduos da mesma idade e estatura (31), apresenta as mesmas limitações. Muito embora os seus desvios possam dar algumas indicações (34), só têm aplicação num grupo de idades muito limitado e não podemos esquecer os problemas que se levantam quanto à adopção do peso-padrão mais adequado.

2.1.3. — CORRELAÇÕES PESO-ESTATURA

ALLEN e col. estabeleceram recentemente (1956), a partir de estudos feitos na China, duas equações de regressão que permitiriam calcular a adiposidade do indivíduo, baseados no seu peso e no cubo da estatura (2). São elas:

$$G = 0,685 P - 5,86 E^3 + 0,42$$

$$G = 0,737 P - 5,15 E^3 + 0,37$$

a primeira para os homens e a segunda para as mulheres, sendo P = peso em quilograms, E = estatura em metros e G = à gordura orgânica.

Estes trabalhos são ainda muito recentes para que possamos avaliar bem o seu valor e sobretudo das possibilidades de generalização a outros povos. Contudo o método mostra-se incapaz, como o reconhecem os próprios autores, de distinguir entre um aumento de adiposidade, de musculatura ou mesmo de edema.

2.1.4. — ESTUDO RADIOGRÁFICO DE MASSAS ORGÂNICAS DEFINIDAS

O emprego de técnicas radiográficas para a medição de massas orgânicas bem definidas, sobretudo da camada adiposa, foi proposto e seguido por autores como STUART e KUHLMANN (162) e REYNOLDS (144), mas a

necessidade de instalar a aparelhagem necessária e o custo do seu funcionamento tornam proibitivo o seu emprego em larga escala.

2.2. — DADOS DA BIOFÍSICA

A biofísica permite-nos o estudo da condutibilidade térmica do tecido celular subcutâneo, da mineralização óssea e, sobretudo, da densidade orgânica.

2.2.1. — CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DO TECIDO CELULAR SUBCUTÂNEO

O tecido celular subcutâneo, que tão largas variações apresenta nos diferentes estados de nutrição, é considerado habitualmente como um excelente isolador térmico, mas, até há bem pouco tempo, não existiam quaisquer medidas desse seu carácter. Foram HATFIELD e WILSON (79), HATFIELD (77) e HATFIELD e PUGH (78) os primeiros que as obtiveram com um disco termoelectrico, em amostras de tecido adiposo e muscular humano obtidas de autópsias e outras de tecidos bovinos. A condutibilidade térmica da gordura é cerca de metade da do músculo, confirmando-se assim o seu valor como isolador, mas o emprego deste método mostra-se muito difícil de pôr em prática.

2.2.2. — MINERALIZAÇÃO ÓSSEA

MACK e col. utilizaram a análise radiográfica no estudo da mineralização óssea, tomando esta como indicativo do estado de nutrição do indivíduo (102), mas as limitações que apontamos ao emprego dos raios X, quando referimos os métodos antropométricos, mantêm aqui todo o seu valor.

2.3. — DADOS DA BIOQUÍMICA E DA FISIOLOGIA

A despeito do seu valor, os métodos deste tipo que têm sido propostos não conseguiram esclarecer convenientemente o problema. Entre eles podem destacar-se os seguintes:

2.3.1. — COEFICIENTE AZOTADO

As variações da parte não adiposa (MIG) do organismo reflectem-se necessariamente no respectivo balanço azotado, e por isso se criou o «coeficiente azotado» (MOORE e col., 118), como capaz de as apreciar mais ou

menos rigorosamente. O método, porém, revelou-se, além de pouco prático, muito influenciável pelas inúmeras causas que intervêm no estudo de todos os balanços orgânicos.

2.3.2. — COEFICIENTE DE CREATININA

O emprego do «coeficiente de creatinina», baseado na correlação entre a excreção urinária desta substância e a massa muscular, foi tomado como índice indirecto da obesidade (163), mas o seu emprego não foi ainda suficientemente valorizado e parece apresentar grandes variações, mesmo dentro das margens normais, a ponto de tornarem discutível o valor do seu emprego. Nos animais há pequena correlação entre a largura da camada adiposa e este coeficiente (146). No homem com malnutrição bem marcada e fortes perdas de gordura, em vez de aumentar, como seria de admitir por tal facto, diminuiu de 23 para 20,8 após 12 semanas e para 18,8 ao fim de 24 semanas de restrições alimentares (MINNESOTA, 104).

2.3.3. — BALANÇOS METABÓLICOS

Muitas experiências deste tipo (balanços de azoto, cálcio e outros minerais) têm sido realizadas em várias fases do crescimento animal (104), mas os seus resultados não têm permitido calcular a composição química do organismo, devido principalmente à extrema variabilidade que se verifica, até no mesmo indivíduo, dum momento para o outro (105). A conclusão geral é que os métodos deste tipo são insatisfatórios e susceptíveis de inúmeras deformações.

Por tudo isto, o seu emprego limita-se à verificação das condições de absorção e ao estudo das alterações dos electrólitos (84), com repercussões directas nos movimentos hídricos, sobretudo as que respeitam ao sódio e ao potássio.

2.3.4. — INDICADORES LIPOSSOLÚVEIS

Em animais tem-se conseguido apreciar o seu quantitativo adiposo com o auxílio de indicadores lipossolúveis: azoto (BEHNKE, 10), ciclopropano (LESSER e col., 100), corantes (GROSSMAN, 68), etc.

O ar que o animal inala contém uma quantidade conhecida do indicador, cuja parte retida é proporcional à quantidade de gordura existente no organismo.

São, porém, ainda tão escassos os trabalhos baseados neste método, que é difícil avaliar a sua aplicabilidade e utilidade aos estudos humanos.

2.4. — DADOS ANATÓMICOS

Levados pela pobreza das informações e necessidade dum conhecimento exacto da densidade da gordura humana, FIDANZA, KEYS e ANDERSON (60) empreenderam o seu estudo a partir de amostras de tecidos adiposos humanos e animais. As amostras humanas eram obtidas por intervenção cirúrgica e as animais imediatamente após a sua morte.

Em vinte determinações, a média das densidades da gordura humana foi de $0,9000 \text{ g/cm}^3$ a 37°C , com pequenas diferenças entre os indivíduos e as localizações. O desvio-padrão era de 0,0007. O efeito da temperatura foi também examinado, tendo-se encontrado: $0,9007$ a 36° ; a 15° era de $0,9167$.

A gordura dos animais tinha valores semelhantes ou ligeiramente mais elevados (máximo $0,9212$ na gordura interna do cordeiro). Não se verificaram diferenças significativas entre as gorduras internas e subcutâneas no homem, cão, rato, coelho e cobaia, mas elas apareceram nos vitelos, porcos e cordeiros. As variações com a temperatura foram muito maiores que as observadas nos tecidos humanos.

Em África, HOLMES e col. (84) estudaram também a composição dos músculos humanos obtidos por autópsia ou por intervenção cirúrgica.

Tais métodos, por muito valiosos que se apresentem, esbarram, contudo, com o grande óbice da obtenção das amostras, pois só muito excepcionalmente se encontrará um indivíduo disposto a sofrer um traumatismo como o inerente à biopsia apenas para que se possa medir o seu estado de nutrição.

2.5. — MÉTODOS COMBINADOS

A aplicação de vários métodos indirectos para a avaliação dos compartimentos orgânicos dá-nos, teoricamente, um máximo de pormenores e de verificações independentes dos valores encontrados para o conteúdo adiposo. Infelizmente os métodos não são suficientemente seguros para permitirem a

análise minuciosa que pretendíamos. A melhor das combinações seria ainda a da densitometria com a dos espaços antipirina e tiocianato (90).

Restam-nos, portanto, os métodos que, seguindo BROZEK (27), podemos agrupar em densitométricos, hidrométricos e antropométricos, conforme o tipo de análise dos compartimentos orgânicos em que se baseiam.

MÉTODOS DENSITOMÉTRICOS

O corpo dos animais possui uma determinada densidade, que, ao contrário da de outros corpos, não é absolutamente constante, e tende a ser proporcional à quantidade de gordura que contém, porque é inferior à dos outros compartimentos orgânicos: na cobaia, por exemplo, verificou-se que a gordura tinha uma densidade de 0,912, os músculos de 1,066 e o esqueleto de 1,43 (119).

Mas quando engorda, isto é, quando aumenta de peso, o animal não adquire apenas mais gordura. Se a massa mineral do esqueleto (de alta densidade) tende a manter-se constante, outros tecidos há que têm de acompanhar o acréscimo sofrido pela massa orgânica: necessitam-se mais músculos para poderem movimentar uma maior massa corporal, os vasos sanguíneos têm maiores distâncias a percorrer, a superfície cutânea tem de aumentar, etc. (90). Este facto, embora dificulte a análise da densidade orgânica, não impede que a possamos avaliar, com uma aproximação razoável, a partir da sua massa, ou peso (P) ⁽¹⁾, e do seu volume (V).

Sabe-se como, num sistema de dois componentes de densidades conhecidas (d_1 , d_2), a determinação da sua densidade total (D) permite calcular

⁽¹⁾ Na prática tomam-se frequentemente os dois termos como sinónimos, quando, na verdade, correspondem a conceitos diferentes. *Massa* é a quantidade de substância contida por um corpo; *peso* é a atracção que as partículas da terra exercem sobre cada partícula da massa do corpo. O peso é, pois, igual ao produto da massa pela aceleração da gravidade de um determinado local. Vulgarmente, porém, a massa é medida por pesagem, isto é, por comparação da força da gravidade no corpo cuja massa se quer determinar com a de um padrão de massa conhecida. O resultado deste processo é muitas vezes designado por *peso* do corpo, mas, estritamente falando, ele é o resultado da força da gravidade no corpo, a qual varia com a localidade, e não com a própria massa.

as proporções desses componentes (27). Com efeito, se $P = P_1 + P_2$ e $V = V_1 + V_2$, e, por definição,

$$V_1 = \frac{P_1}{d_1} \quad \text{e} \quad V_2 = \frac{P_2}{d_2}$$

podemos escrever:

$$D = \frac{P_1 + P_2}{\frac{P_1}{d_1} + \frac{P_2}{d_2}}$$

e, se tomarmos o peso total do sistema como unidade, isto é, se $P_1 + P_2 = 1$, poder-se-á resolver a expressão em função de um dos componentes. Se fizermos $P_2 = 1 - P_1$, obter-se-á, segundo BROZEK (27).

$$P_1 = \frac{1}{D} \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{d_2 - d_1} - \frac{d_1}{d_2 - d_1} \quad (I)$$

ou, o que é o mesmo, segundo KEYS (90),

$$P_1 = \frac{\frac{d_2}{D} - 1}{\frac{d_2}{d_1} - 1}$$

No animal, os trabalhos de PACE & RATHBURN vieram demonstrar que o seu organismo pode considerar-se formado por uma porção não adiposa, a MIG, de composição química grosseiramente constante, que se encontra, por assim dizer, «diluída» na sua gordura (128). Trata-se, portanto, dum verdadeiro sistema de duas componentes e a equação fundamental (I) transformar-se-á então em:

$$G = \frac{1}{D} \cdot \frac{d_g \cdot d_m}{d_m - d_g} - \frac{d_g}{d_m - d_g} \quad (II)$$

em que G = percentagem de gordura orgânica, D = densidade do organismo, d_g = densidade da sua fracção adiposa e d_m = densidade da sua MIG. Conhecidas estas diversas densidades, é, portanto, fácil avaliar o conteúdo adiposo do organismo.

Foi KOHLRAUSCH (93) o primeiro a aplicar este método em cães, demonstrando que a sua composição orgânica era condicionada pela actividade física e nutrição. No homem foi BEHNKE (9) quem deles se serviu em primeiro lugar. Considerava ele que no organismo há uma parte fundamental formada por 75 % de «tecidos», 15 % de ossos e 10 % de lípidos essenciais, com uma densidade de 1,099. Conhecendo-se os pesos específicos da totalidade e da gordura do indivíduo, era possível calcular as diferenças de tecido adiposo existentes entre um dado organismo e esse valor padrão (10 %).

Concebendo o corpo humano como um sistema de cinco fases (gordura, ossos, músculos, pele e sistema nervoso), MORALES e col. deduziram várias equações que davam a quantidade de cada componente em função do peso e densidade orgânicos, admitindo para tanto que a composição da MIG é relativamente uniforme na cobaia e no homem e que só a gordura apresenta variações apreciáveis (119), de modo que para valores crescentes da gordura se obtêm cifras sucessivamente menores do peso específico.

Um estudo de 50 cobaias permitiu a RATHBURN & PACE estabelecerem uma solução numérica da equação fundamental (II), verificando simultaneamente um alto coeficiente de correlação ($-0,972$) entre os seus dados e as densidades experimentalmente determinadas. Como os pesos específicos da cobaia e do homem se assemelham bastante e as variações possíveis se devem relacionar, tanto no homem como na cobaia, com o compartimento adiposo, pareceu possível aplicar uma expressão similar à das cobaias na apreciação *in vivo* da gordura total do homem (140). Tomando para a densidade da gordura humana o valor de 0,918 estabelecido por HODGMAN (82) e para a da MIG o de 1,10 proposto por BEHNKE e col. (14), apresentaram, a título provisório, a seguinte expressão:

$$\% G = 100 \cdot \left(\frac{5,548}{p.e} - 5,044 \right) \quad (III)$$

Antes de prosseguir, devemos chamar a atenção para a abusiva substituição de densidade por peso específico, e dizemos abusiva por não se tratar de conceitos iguais. A *densidade* é a relação da massa e do volume do corpo ($D=M/V$), ao passo que o peso específico relaciona a densidade do corpo com a da água ($p.e=D/D_a$), a qual varia com a temperatura e só quando ela for igual à unidade (4°C e 760 mm de Hg) eles terão a

mesma expressão numérica. A influência da não observância desta regra demonstra-se suficientemente com o seguinte exemplo:

p.e (a 36 °C) = 1,070	G = 14,1 %
p.e (a 25 °C) = 1,066	G = 16,1 %
densidade = 1,063	G = 17,5 %

pelo que não podemos, obviamente, desprezar tal efeito (27).

Mas as conclusões destes autores apresentam ainda outras deficiências: os valores admitidos para a densidade da gordura do indivíduo vivo demonstraram-se incorretos e a da MIG não é nem constante nem perfeitamente conhecida em todas as situações (92, 60). Mais ainda: os valores atribuídos à densidade do tecido adiposo têm variado de autor par autor. HODGMAN (82) propõe 0,918, BEHNKE e col. (15) 0,93, FIDANZA e col. (60) 0,900 e BROZEK (27) 0,9007. Ora as diferenças que se obtêm usando qualquer destes valores para o «homem jovem normal» ($D=1,0629$ ou $p.e=1,0695$ a 35-36 °C) de BROZEK (24) são suficientemente importantes:

$d_g = 0,918$	G = 17,6 %
= 0,93	= 20,1 %
= 0,900	= 15,7 %
= 0,9007	= 15,8 %

para demonstrarem a necessidade de se usar um valor correcto desta constante.

Por isso vários trabalhos posteriores tiveram de rever o sistema de cálculo até então seguido. Entre eles justo é destacar três. O primeiro forneceu dados da densidade orgânica dum padrão de referência, definido como homem de 25 anos com o peso ideal para a sua estatura e idade (BROZEK, 24). O segundo estudou o efeito da temperatura sobre a densidade da gordura orgânica (FIDANZA e col., 60). Finalmente o terceiro analisou a composição dos tecidos que o organismo vai adquirindo quando sujeito a um balanço calórico positivo durante seis meses, sem alteração da sua actividade física (BROZEK, 27).

Experiências feitas em homens saudáveis, que ganham ou perdem peso somente por modificações da sua dieta, indicam que a densidade das massas, acrescentadas ou diminuídas ao organismo, tende a ser constante e se aproxima da cifra de 0,9478 g/cm³ a 37 °C (92, 24), pois BEHNKE e col. apresen-

taram 0,937 (14) e, noutra experiência, os dados variaram de 0,903 a 0,941 (15). Isto significa que os «tecidos» que o organismo ganha ou perde não são certamente gordura pura, mas tendem a ter uma composição uniforme (90).

Os dados de Minnesota mostraram que os líquidos extracelulares representam 14 % do aumento de peso, acompanhando um acréscimo de «tecidos secos», de densidade igual a 0,9395, constituído por gorduras e células na proporção de 72 % e 28 % dos «tecidos secos» ou 62 % e 24 % do aumento total (27). Quer dizer, o «tecido» ganho ou perdido pelo organismo (P) pode decompor-se em líquidos extracelulares (ΔEC), 14 %; gordura (ΔG), 62 % e células (ΔC), 24 %.

Admitindo que as diferenças individuais da composição orgânica são devidas a modificações destes tecidos, podemos definir um padrão (S) com as características já indicadas (24) e calcular as diferenças de peso ou mesmo de gordura, porque cada indivíduo dele se afasta.

Desdobrando o peso de cada indivíduo em peso-padrão e variação

$$P = S + \Delta P$$

e se $P=1$, com $S=1-\Delta P$ e $d_s=1,0629$ e $d_{\Delta P}=0,948$ (91), teremos, por resolução de (II):

$$\Delta P = \frac{8,753}{D} - 8,235 \quad (\text{IV})$$

e, como vimos, se $\Delta G = 0,62\Delta P$, teremos ainda:

$$\Delta G = \frac{5,427}{D} - 5,106 \quad (\text{V})$$

O conhecimento das características do indivíduo de referência (que contém 14 % de gordura) permite-nos ainda o cálculo da gordura total de cada indivíduo. O sistema de cálculo é o seguinte:

$$G = G_s + \Delta G$$

$$G_s = 0,14S = 0,14(1 - \Delta P)$$

$$\Delta G = 0,62\Delta P$$

$$G = 0,14(1 - \Delta P) + 0,62\Delta P = 0,14 + 0,48\Delta P$$

e, de (IV)

$$G = 0,14 + 0,48 \left(\frac{8,753}{D} - 8,235 \right)$$

e finalmente

$$G = \frac{4,201}{D} - 3,813 \quad (\text{VI})$$

É óbvio que todos estes cálculos só são válidos na medida em que a hidratação do organismo é normal, mas, se ela o não é, consegue-se um ajustamento razoável determinando simultaneamente os espaços hídricos, sobretudo o extracelular (EC), também conhecido por espaço tiocianato (T). KEYS (90) admite que o valor normal deste espaço é de 70 % e transforma as equações (IV) e (V) em:

$$\Delta P = \frac{8,643}{D} - 0,413 T - 8,036 \quad (\text{VII})$$

e

$$\Delta G = \frac{5,359}{D} - 0,256 T - 4,982 \quad (\text{VIII})$$

BROZEK (27) exprime os líquidos EC em percentagem do peso total e indica as expressões seguintes:

$$\Delta G = \frac{5,359}{D} - 0,366 EC - 4,982 \quad (\text{IX})$$

e também

$$G = \frac{4,149}{D} - 0,283 EC - 3,717 \quad (\text{X})$$

Uma vez estabelecidos estes sistemas de cálculo, o problema da apreciação dos compartimentos orgânicos pela densitometria resume-se, afinal, à determinação do peso e volume do indivíduo, pois que a partir deles se pode calcular a sua densidade e, conseqüentemente, a sua massa adiposa.

Se a pesagem não apresenta quaisquer dificuldades, o mesmo não pode dizer-se da determinação do volume, para o que se têm preconizado vários métodos, uns seguindo técnicas de deslocação de fluidos, outros as de diluição gasosa (GROSSMAN, 68).

Nos seus primeiros trabalhos, KOHLRAUSCH encerrava o animal numa câmara de capacidade conhecida e obtinha o seu volume pelas modificações da pressão interior, seguindo as leis de BOYLE-MARIOTE e de GAY-LUSSAC, método que tinha a vantagem de não ser falseado pela quantidade de ar contido na árvore respiratória do animal, caso ele respire tranquilamente (171).

No homem a aplicação do método não era fácil e, por isso, BEHNKE ideou novo sistema, baseado, agora, no princípio de ARQUIMEDES. Diz-nos ele que qualquer corpo mergulhado num fluido sofre uma impulsão, quer dizer, perde um peso, igual ao peso do volume de fluido deslocado. Portanto, se mergulharmos totalmente o indivíduo na água e o pesarmos nessas condições, pode calcular-se o seu volume, se conhecermos a temperatura da água (e assim a sua densidade). A diferença entre o peso no ar e o peso na água, dividida pela densidade desta, mede o volume do organismo. Mas provou-se ser suficientemente preciso para os nossos propósitos, escreve este autor, dividir apenas o peso no ar pelo peso perdido na água para obter o peso específico, sem necessidade de converter a força da impulsão no seu volume equivalente (12). Referimos já, porém, as diferenças que separam os dois conceitos e o cuidado que deve presidir à respectiva utilização.

Neste processo, que tem sido utilizado em numerosos estudos e investigações (91, 38, etc.), há que tomar em consideração a quantidade de ar que fica retida na árvore respiratória (29), no tubo digestivo (12) e nos cabelos (95), por constituírem uma importante causa de erro. Outrora eliminávamo-las mediante o emprego duma correcção-padrão (1,5 a 2,2 l) (30), mas hoje reconheceu-se ser necessário medi-las simultaneamente com o peso submerso (25, 92), por variarem com inúmeros factores (a idade, por exemplo) (31), facto que obviamente limita bastante o uso do método.

Exige-se aqui uma cooperação activa do indivíduo, nem sempre possível de conseguir-se, e o método não pode, além disso, aplicar-se em todas as situações (doentes, crianças).

WEDGWOOD & NEWMAN propõem o emprego dum outro, que se baseia na deslocação do ar (172). O indivíduo é introduzido numa câmara cujo volume de ar é sucessivamente aumentado ou diminuído em porções conhecidas e registam-se electricamente as modificações sofridas pela pressão interior. O cálculo do volume ocupado pelo corpo obtém-se dos dados de calibração de cilindros de volume conhecido.

Recentemente, tem-se desenvolvido técnicas de absorção de gases que dão o volume do animal pelas modificações da concentração do gás injetado na câmara que o contém. Esse gás pode ser o azoto (BEHNKE, 13) ou o hélio (SIRI, 156). O fundamento do método é o conhecimento da quantidade total de gás dissolvido nos líquidos e gordura do animal a uma tensão determinada. Isto consegue-se fazendo respirar o indivíduo oxigênio puro ou um ar com uma percentagem determinada do gás escolhido, durante umas horas, e medindo o azoto que expira pelos pulmões e perde através da pele ou a quantidade de gás que resta após a experiência. Um método semelhante foi descrito por WALSER & STEIN para aplicação a animais em que a submersão é impossível (169).

Qualquer destes métodos exige, portanto, um apetrechamento especial e complexo, de que nem sempre é possível dispor-se, e por isso eles estão limitados à investigação puramente laboratorial. Eles dão-nos, todavia, elementos preciosos que nos permitem adoptá-los, em parte, como referência do emprego dos métodos de menos difícil aplicação, que descreveremos a seguir.

Antes, porém, deve referir-se que a densitometria permite ainda a determinação da quantidade de água contida no organismo.

Estudos de animais, a que se retiraram as vísceras, mostraram existir uma alta correlação inversa entre o seu peso específico e a quantidade de gordura (KRAYBILL e col., 95), demonstrando assim a validade do cálculo desta, pela desintometria. Reconhecendo-se, ao mesmo tempo, que a MIG destes animais tinha um teor hídrico, bastante uniforme, de 72,6 %, aqueles autores puderam estabelecer a seguinte relação:

$$G = 100 - \frac{A}{0,726}$$

em que G = percentagem da gordura e A = percentagem da água total.

No homem, desde que se demonstrou haver também um teor hídrico constante de 73,2 % na MIG (128, 75, 161), podemos exprimir o seu teor adiposo pela fórmula:

$$G = 100 - \frac{A}{0,732}$$

donde é possível substituir a gordura pelo seu valor determinado pela fórmula de RATHBURN & PACE (III) e obter finalmente:

$$A = 100 \left(4,424 - \frac{4,061}{p \cdot e} \right) \quad (XI)$$

Em conclusão, mediante algumas hipóteses sobre a constituição do indivíduo de referência e seus compartimentos, hipóteses que se nos afiguram razoáveis, é possível calcular a percentagem de tecido adiposo ou de água total existente num dado indivíduo a partir da simples determinação da sua densidade orgânica.

MÉTODOS HIDROMÉTRICOS

Estudando a composição orgânica das cobaias, PACE & RATHBURN verificaram que, quando se considera apenas o seu «peso limpo», ou seja a sua porção isenta de gordura, havia uma grande constância dos seus teores hídrico ($72,4 \% \pm 2,11 \%$) e azotado ($3,52 \% \pm 0,27 \%$), sem que se notasse qualquer variação sexual. Como esses valores concordassem estreitamente com os obtidos noutros mamíferos, puderam criar o conceito duma «Massa Isenta de Gordura» (MIG) de composição química razoavelmente uniforme, que se encontra como que «diluída» na gordura orgânica (128).

É nesta uniformidade de composição, sancionada depois por muitos investigadores (90, 122, 121, 120, 23), que se baseiam os chamados métodos hidrométricos, a partir dos quais foi possível estabelecer uma equação simples que exprime a relação entre o conteúdo da água e a gordura do organismo total.

Admitindo, portanto, que o peso do indivíduo ($P=1$) pode ser desdobrado em gordura (G) e numa porção «limpa» ($MIG=1-G$) e que a concentração da água (A) nesta parte é constante (c), pode estabelecer-se a seguinte relação:

$$A = c (1 - G)$$

a partir da qual se obtém esta outra

$$G = 1 - \frac{A}{c} \quad (XII)$$

A validade deste método tem sido repetidamente comprovada. MES-SINGER & STEELE, por exemplo, obtiveram uma correspondência satisfatória entre as taxas de gordura calculadas pela água total e pela densidade, nos 9 indivíduos que mediram (108). O mesmo viram, em 81 homens, OSSERMAN & col. (126): o coeficiente de SPEARMAN para a correlação de posição dos resultados dos dois métodos era muito alto (0,9). Em bovinos, KRAYBILL e col. (97) encontraram um elevado coeficiente da correlação (0,962) entre os valores da gordura orgânica estabelecidos pelos métodos hidrométricos (26,2 %) e os determinados directamente, por meios anatómicos (25,9 %) ou químicos (26,4 %). Em 34 homens, dos 17 a 34 anos, EDELMAN encontrou uma média de 61 % de água total e a gordura, calculada com essa base, era de 17 %, valores que concordam estreitamente com os dados obtidos em jovens saudáveis pela aplicação da densitometria e dos espaços hídricos; além disso a repetição do método ao mesmo indivíduo deu valores muito aproximados, distribuindo-se as diferenças entre -2,4 e +1,61 (52). Verifica-se também uma forte correlação negativa entre a gordura isolável e a água total do animal inteiro ($r = -0,954$) e uma outra positiva entre esse tecido adiposo e a gordura calculada a partir da água orgânica ($r = +0,956$); similarmente o peso específico correlaciona-se positivamente com a percentagem da água e negativamente com a gordura avaliada pela hidrometria (KRAYBILL e col., 96).

Em animais limpos das suas vísceras, REID e col. puderam demonstrar que os seus dois maiores compartimentos, a gordura e a água, eram variáveis e inversamente correlacionados, ao passo que os outros dois, proteínas e sais minerais, eram praticamente constantes (141).

As variações de peso dos indivíduos são acompanhadas de perto por modificações dos seus espaços hídricos. Com a extracção do líquido ascítico, a dois dos seus enfermos, STEELE e col. obtiveram baixas de peso de 7,0 e 5,8 kg, que foram seguidas de diminuições de água total de 6,8 e 6,2 l (160).

O método está pois bem fundamentado, mas o valor da constante que exprime a hidratação dos tecidos orgânicos privados de gordura (c) é que não obteve ainda a unanimidade das opiniões. Os dados disponíveis até à data mostram uma certa margem de variação para os seus valores, de 68 % a 74 % (92), reconhecendo-se ainda que ela não é absolutamente independente do grau de adiposidade do indivíduo, porque a gordura também contém alguma água e não é completamente anidra (90). Contudo, BABANEAU & PAGÉ, estudando a adaptação ao frio, em ratos, verificaram que um aumento de 50 % da sua gordura não chega para alterar o valor

da taxa hídrica da respectiva MIG. De facto, a gordura peri-renal tem uma taxa hídrica muito elevada (83,1 %), mas a sua quantidade é demasiado escassa para que possa alterar o valor da totalidade do organismo. Aliás, a quantidade de MIG no tecido adiposo é tão diminuta que metade da gordura orgânica poderia ter a composição da gordura peri-renal sem que se alterasse sensivelmente o valor da constante (6).

Vários são, todavia, os valores que se têm atribuído à constante. PACE & RATHBURN compilaram os dados ao tempo existentes — ASHWORTH & COWGILL (4), HATAI (76), LIGHT e col. (101), HARRISON e col. (74) e BEHNKE (9) — e referentes à observação de ratos, cobaias, coelhos, gatos, cães e macacos, e, juntamente com os seus próprios resultados, obtêm a média de 73,2 % (128); McCANCE & WIDDOWSON (106) avaliam-na em 71 %; OSSERMAN e col. propõem 71,8 % (126); HAMWI & URBACH obtiveram 64,3 % (71) e DEANE, 72,2 % (47). Dos dados directos que possuímos, as observações de homens adultos que mais se aproximam da «normalidade» apresentaram valores de 68,4 % (FORBES e col., 62) e 73,2 % (WIDDOWSON e col., 176).

De todos estes dados qual eleger? A verdade é que cada autor segue, logicamente, os seus próprios resultados e parece não existirem ainda estudos suficientes para que nos possamos pronunciar com segurança. Admitindo, empiricamente, o valor de PACE & RATHBURN, possivelmente um dos que maior aceitação têm tido, a equação (XII) transforma-se, facilmente, na seguinte:

$$G = 1 - \frac{A}{0,732} \quad (\text{XIII})$$

Trata-se evidentemente dum método de cálculo bastante simplificado, cuja utilização está dependente não só dum teor hídrico constante da MIG mas também duma relação EC/IC normal, pois, se ela difere do habitual, o método está sujeito a erro de vulto. É que, como o salientam McCANCE & WIDDOWSON, muito embora os dados empíricos obtidos em indivíduos normais e obesos concordem estreitamente com os valores calculados com esta expressão, não entram em linha de conta com as diferenças de composição orgânica e por isso se recomenda, nas crianças que dispõem duma maior quantidade de líquidos extracelulares e nos adultos com anormalidades da sua hidratação, um método que inclua a determinação do espaço extracelular e da massa das células (106).

A análise directa dum cadáver dum indivíduo morto por endocardite, que se apresentava muito emaciado e edematoso, forneceu para a água total um valor muito elevado (82,0 %) e para a gordura um outro extraordinariamente baixo (1,1 %) (176). Comentando tal facto, WIDDOWSON e col. afirmam que ele serve para documentar a hipótese de que, quando, na subnutrição, a gordura desaparece, os espaços que por ela eram ocupados em muitos locais do organismo podem ser preenchidos por líquidos extracelulares.

E nós sabíamos já, há cerca de um século, que, quando a gordura é removida dos seus depósitos durante a inanição, se substitui, pelo menos em parte, pela água. BOZENRAAD (19) obteve 12,2 % de água no tecido adiposo abdominal de indivíduos bem nutridos e 31,0 % nas pessoas emaciadas. Também CHOSSAT, citado por este autor, indica que o teor hídrico dos tecidos aumentava durante a inanição. Uma relação inversa entre a gordura e a água existentes no tecido adiposo ficou claramente demonstrada pelos trabalhos de SCHIRMER (152).

Mais recentemente, WIDDOWSON & McCANCE mostram (quadro VI) como os líquidos extracelulares aumentam durante a subnutrição e se redu-

QUADRO VI

Grupos	Peso	A	EC	IC
Normais	64,60	61,80	21,90	39,90
Subnutridos	60,00	62,10	26,30	35,80
Prisioneiros de guerra:				
À chegada	57,50	69,30	38,60	30,70
8 semanas após	72,90	57,30	23,90	33,40

A = Percentagem de água total

EC = Percentagem de líquidos extracelulares

IC = Percentagem de líquidos intracelulares

zem à medida que se dá a recuperação, representando o edema clínico apenas uma pequena porção do excesso de líquidos orgânicos (175).

As alterações do volume plasmático e extracelular durante a inanição e a reabilitação têm sido estudadas por HENSCHER e col. (80), KEYS e col. (104), HOLLANDER e col. (83), mostrando sempre um aumento da hidratação extracelular, mesmo quando não há edemas clínicos. STEELE e col. referem que uma pessoa obesa pode ter, a despeito disso, uma proporção relativamente pequena da água orgânica, mesmo nos casos em que há edema clinicamente diagnosticável (160).

Um grupo de voluntários, com uma dieta de 900 calorias diárias, foi dividido por QUINN e col. em dois grupos que ingeriam 43 g e 0,17 g de proteínas, respectivamente. Os compartimentos hídricos foram medidos em ambos os grupos, tendo-se encontrado perdas similares dos volumes sanguíneo, plasmático e extracelular e só no intracelular se verificava uma maior perda por parte do grupo proteico (139).

Nos edemas nutricionais o volume plasmático está diminuído, ao passo que a água total e os líquidos extracelulares se encontram aumentados, situação que se inverte durante o tratamento. Nestes casos há, na verdade, um excesso de hidratação, não só dos espaços extracelulares mas até dos intracelulares (GOPALAN, 66).

Por tudo isto, sempre que seja de suspeitar uma anormal hidratação orgânica, como acontece em muitas carências alimentares, é necessário tomar em consideração o estado hídrico e calcular a percentagem de gordura com base no conhecimento da água total e da extracelular.

Essa dupla determinação tem, ainda, a vantagem de nos permitir aprofundar a composição do organismo. Com efeito, a diferença entre o volume total de água e o dos líquidos extracelulares dá-nos o volume do líquido intracelular:

$$IC = A - EC$$

e com base nesses dados é possível avaliar todos os compartimentos orgânicos.

Que saibamos, foram McCANCE & WIDDOWSON os primeiros a apresentarem um método deste tipo, com que, por assim dizer, «dissecavam» o organismo vivo, mas depois dele algumas modificações se têm proposto, como as de HAMWI & URBACH e a de KEYS & BROZEK.

Dum modo geral, pode dizer-se que todas elas assentam na decomposição do corpo em quatro grandes compartimentos: a gordura (G), os líqui-

dos extracelulares (EC), a massa celular (C) e a massa mineral (M), de modo que:

$$P = G + EC + C + M$$

em que dois, o peso e os líquidos extracelulares, são determinados directamente e outros dois, células e minerais, estimados a partir desses dados, de modo a que o último, a gordura, se possa obter por diferença.

Estes métodos estão, portanto, elaborados em função de massas orgânicas que são sobreponíveis às que se obtêm nos métodos densitométricos, a despeito de algumas aparentes divergências. Se exprimirmos o homem de referência de Minnesota (27), em termos dos dois métodos (quadro VII), verificamos que as diferenças existentes se anulam, visto que:

$$SC + A = 80 = C + EC = SC + EC + IC = 19 + 16 + 45$$

quer dizer, as diferenças estão apenas na diversa forma de encarar os vários espaços hídricos.

QUADRO VII

Densitometria		Hidrometria	
Gordura	14	Gordura	14
Minerais	6	Minerais	6
Sólidos celulares .	19	Células	64
Água	61	L. extracelulares .	16

MCCANCE & WIDDOWSON (106) decompõem o peso do organismo ($P=1$) em células (C), líquidos extracelulares (EC), minerais (M) e gordura (G), de modo que:

$$P = C + EC + M + G$$

O peso e os líquidos extracelulares são determinados directamente. A massa celular é calculada admitindo que a água constitui 67 % do seu peso, quer dizer

$$C = \frac{IC}{0,67} = \frac{A - EC}{0,67}$$

Os minerais, por sua vez, avaliam-se na base de 7,5 % da massa celular e extracelular tomadas em conjunto, isto é

$$M = 0,075 (EC + C)$$

Finalmente a gordura obtém-se por diferença

$$G = P - C - EC - M$$

ou, substituindo os símbolos pelos valores respectivos,

$$G = P - \left(\frac{A - EC}{0,67} \right) - EC - 0,075 \left(EC + \frac{A - EC}{0,67} \right) \quad (xiv)$$

que, por simples simplificação matemática, nos dá a expressão final de

$$G = P - 1,604A + 0,531EC \quad (xiv-a)$$

HAMWI & URBACH (71) utilizam um método ligeiramente diferente, pois dividem o peso em

$$P = G + MIG$$

e fazem

$$MIG = M + EC + IC + SC = M + A + SC$$

A água total (A) é determinada directamente e a massa isenta de gordura (MIG) pela clássica expressão de PACE & RATHBURN:

$$MIG = \frac{A}{0,732}$$

Os minerais formam 7 % dessa massa e são, portanto:

$$M = 0,07 \frac{A}{0,732}$$

e obtém os sólidos celulares (SC) por diferença:

$$SC = MIG - A - M = \frac{A}{0,732} - A - 0,07 \frac{A}{0,732} \quad (xv)$$

ou mais simplesmente

$$SC = 0,270 A$$

e finalmente

$$G = P - MIG = P - \frac{A}{0,732} \quad (xv-a)$$

A massa celular (C) é depois avaliada pela adição dos sólidos e líquido celulares:

$$C = SC + IC$$

No sistema de Minnesota (KEYS & BROZEK, 92) a gordura orgânica é determinada também por diferença a partir da seguinte expressão (BEST e col., 17):

$$G = P - A - SC - M$$

Como o peso (P) e a água total (A) são conhecidos directamente, restamos avaliar os outros dois componentes do sistema: os sólidos celulares (SC) e os minerais (M).

Admitindo que as células contêm 70 % de água, podemos escrever

$$IC = 0,70 C, \text{ donde } C = \frac{IC}{0,70} = 1,429 IC \text{ e, por consequência,}$$

$$SC = C - IC = 1,429 IC - IC = 0,429 IC$$

ou seja

$$SC = 0,429 (A - EC) \quad (xvi)$$

Os minerais, por sua vez, representam uma fracção constante da massa celular, isto é

$$M = K \cdot C$$

e, como conhecemos já a massa celular ($C = 1,429 IC$), o problema resume-se ao cálculo da constante (K), que corresponde, logicamente, à relação M/C dum organismo normal. Ora o «indivíduo-referência» tem $G = 14 \%$, $EC = 16 \%$ e $M = 6 \%$ e, portanto:

$$C = P - G - EC - M = 1 - 0,14 - 0,16 - 0,06 = 0,64$$

e finalmente

$$K = \frac{0,06}{0,64} = 0,09375$$

e assim poderemos fazer:

$$M = 0,09375 \cdot C = 0,09375 \cdot 1,429 IC = 0,134 IC$$

ou ainda

$$M = 0,134 (A - EC) \quad (xvii)$$

A gordura ser-nos-á então dada por

$$\begin{aligned} G &= P - A - SC - M = \\ &= 1 - A - 0,429 (A - EC) - 0,134 (A - EC) = \\ &= 1 - A - 0,563 (A - EC) \end{aligned}$$

ou, simplificando,

$$G = 1 - 1,563 A + 0,563 EC \quad (xviii)$$

Se o indivíduo está normalmente hidratado, os seus líquidos extracelulares representam 16 % do seu peso, e podemos simplificar ainda a expressão (xviii) da forma seguinte:

$$G = 1,090 - 1,563 A \quad (xix)$$

Evidentemente que a utilização destes métodos por diferença tem a maior utilidade, por permitir o estudo das diferentes fracções do peso total do indivíduo vivo, mas exige ao mesmo tempo que se estudem melhor, por métodos directos, as «constantes» utilizadas nas fórmulas, de modo a obter-se o maior grau possível de precisão. Com efeito, o emprego de «constantes» biológicas, que representam apenas um valor médio, constitui sempre um expediente e introduz um erro nas equações de previsão.

Tal erro só pode ser reduzido ou eliminado pela determinação cada vez mais exacta dos sólidos celulares e dos minerais. A análise estatística do sistema de cálculo de KEYS & BROZEK mostra-nos que a imprecisão dos resultados obtidos para a quantidade de gordura residem, quase que exclusivamente, nas variações da hidratação celular, pois que as da massa mineral são muito deminutas e as dos sólidos celulares consequência directa daquelas. Servindo-se dos valores encontrados no seu «indivíduo de referência» os autores determinaram os respectivos desvios-padrão (S) das expressões de cálculo e, adoptando um intervalo de confiança de $\pm 1S$ (que inclui 50 % dos indivíduos), transformaram as expressões da seguinte forma:

$$(xvi) \quad SC = (0,429 \pm 0,051) (A - EC) \quad (xvi-a)$$

$$(xvii) \quad G = 1 - A - (0,563 \pm 0,052) (A - EC) \quad (xviii-a)$$

de cuja aplicação se obtêm as margens de variação:

Sólidos celulares	17 a 21,6 %
Minerais... ..	5,6 a 6,5 %
Gordura... ..	11,3 a 16 %

admitidas para a normalidade.

Apresentados os três métodos mais seguidos no estudo dos compartimentos orgânicos, ocorre agora perguntar: qual o melhor? Qual devemos preferir?

A resposta não é fácil. As disparidades que se verificam entre os métodos (quadro VIII), mais aparentes que reais, resumem-se, em última análise,

QUADRO VIII

Elementos	McCance & Widdowson	Hamwi & Urbach	Keys & Brozek
Células (C)	$C = \frac{A - EC}{0,67}$	$C = SC + IC$	$C = SC + IC$
Sólidos celulares (SC)	$SC = C - IC$	$SC = 0,270 A$	$SC = 0,429 (A - EC)$
Água total (A)	Directa	Directa	Directa
L. extracelulares (EC)	Directa	Directa	Directa
L. intracelulares (IC)	$IC = A - EC$	$IC = A - EC$	$IC = A - EC$
Minerais (M)	$M = 0,075 (EC + C)$	$M = 0,07 \frac{A}{0,732}$	$M = 0,134 (A - EC)$
Gordura (G)	$G = 1 - 1,604 A + 0,531 EC$	$G = 1 - \frac{A}{0,732}$	$G = 1 - 1,563 A + 0,563 EC$
Peso (P)	$P = 1 = C + EC + M + G$	$P = 1 = SC + A + M + G$	$P = 1 = SC + A + M + G$

à escolha duma «constante» biológica diferente para base de cálculo, procurando cada autor utilizar a que mais confiança lhe merece: McCANCE & WIDDOWSON deram a preferência à percentagem de 60 para a hidratação celular, HAMWI & URBACH têm como mais preciso o valor de 73,2 % para o conteúdo hídrico da MIG e KEYS & BROZEK admitem a taxa de 70 % para a água celular.

Para que se possa ajuizar das diferenças numéricas resultantes do emprego deste ou daquele método, estudámos o «indivíduo-de-referência», caracterizado, como dissemos, por ter A=61 %, EC=16 % e uma densidade de D=1,0629, e para o qual a densitometria (fórmula vi) nos dá um teor adiposo de 13,9 %, de acordo com todos eles (quadro ix). Verifica-se, nestas

QUADRO IX

	M-W	H-U	K-B
C	0,671	0,615	0,643
SC	0,221	0,165	0,193
A	0,610	0,610	0,610
EC	0,160	0,160	0,160
IC	0,450	0,450	0,450
M	0,062	0,058	0,060
G	0,107	0,167	0,137
P	1,000	1,000	1,000

condições, que os métodos de McCANCE & WIDDOWSON e o de HAMWI & URBACH ocupam as posições extremas, estando o de KEYS & BROZEK numa posição intermédia e praticamente coincidente com os dados da «normalidade», o que não admira, porque o sistema de cálculo desses autores se baseou precisamente nesse facto.

Importava, portanto, verificar o que se passaria se os aplicássemos a um indivíduo de composição orgânica decisivamente alterada. Escolhemos para isso um dos nossos examinados (caso H2), nitidamente obeso, com uma água total bastante diminuída (52,8 %) e um espaço extracelular muito aumentado (33,2 %), verificando-se agora (quadro x) que os métodos extremos são os de HAMWI & URBACH e o de KEYS & BROZEK, passando o de McCANCE & WIDDOWSON a ocupar a posição intermédia.

Não há, portanto, uma uniformidade nas respostas numéricas dos métodos que têm sido utilizados e não se obtiveram dados que nos permitam

ajuizar do seu valor relativo e, conseqüentemente, das «constantes» escolhidas. HAMWI & URBACH advogam o uso da constante de PACE & RATHBURN, por encontrarem algumas provas experimentais a seu favor, mas isso nem sempre se verifica.

QUADRO X

	M-W	H-U	K-B
C	0,293	0,339	0,280
SC	0,097	0,143	0,084
A	0,528	0,528	0,528
EC	0,332	0,332	0,332
IC	0,196	0,196	0,196
M	0,047	0,050	0,026
G	0,328	0,279	0,362
P	1,000	1,000	1,000

O conceito duma MIG de composição relativamente constante parece ser fisiologicamente racional (BASS, 7), mas quase todos os esforços que se têm feito para determinar a sua taxa hídrica se baseiam em estudos da água total. Ora, já CRANDALL & ANDERSON tinham sugerido que o espaço tiocianato estava relacionado com a actividade metabólica (67). DAHLSTROM, por sua vez, encontrou uma estreita correlação entre os líquidos extracelulares e os valores do metabolismo basal (MB), independentemente da idade e sexo do indivíduo (45). Trabalhos, mais recentes, de BASS (8) e WEDGWOOD e col. (170) vieram provar que o espaço extracelular é de todos os espaços hídricos o que apresenta maior correlação com as taxas do MB e, se estas podem ser consideradas como uma medida de «massa metabolicamente activa», os dados obtidos podem dar valiosas sugestões para a apreciação da composição orgânica (BASS, 7).

Será, de facto, mais aproximada da realidade dos factos a apreciação dos compartimentos com base nos líquidos extracelulares?

Cremos não serem ainda suficientes os elementos de que podemos dispor para que possamos pronunciar-nos, mas não podemos deixar de concordar que esta é, pelo menos, uma prometedora via de investigação do problema.

Os processos que mais usados têm sido para a determinação dos espaços hídricos do organismo vivo são os denominados *métodos de diluição*, que se baseiam na propriedade que certos compostos químicos apresentam de se distribuírem homogênea e exclusivamente em determinados volumes dos

líquidos orgânicos, dos quais DEANE nos dá uma boa revisão de conjunto (48).

Iniciados pelo estudo do volume plasmático (KEITH, ROWNTREE & GERAGHTY), os progressos da técnicas bem depressa permitiram ampliá-los aos líquidos extracelulares e depois à água total. Deve dizer-se, contudo, que a distribuição das substâncias utilizadas não corresponde exactamente aos diferentes sectores hídricos — cada uma tem o seu próprio espaço de difusão —, mas isso não impede a sua utilização, visto que conhecemos a diferença que os separa e, na prática, as suas variações percentuais serem paralelas e sobreponíveis às dos espaços hídricos. As variações do espaço de difusão traduzem, pois, o comportamento do espaço hídrico correspondente (135).

Muitas substâncias foram ensaiadas na apreciação da *água total* e, entre as primeiras, citam-se a sulfanilamida (PAINTER, 129) e a tiureia (DANOWSKI, 46), que foram abandonadas quando se constatou a sua irregular distribuição e, para a primeira, a sua conjugação com as proteínas ao nível do fígado.

Tal não acontece com os óxidos de deutério (HEVESY & HOFER, 81; MOORE, 117; FLEXNER e col., 61; PACE e col., 127; HOLLANDER e col., 83; SOBERMAN e col., 158; EDELMAN e col., 53; HUTCHINSON e col., 85) e de trítio (LAWRENCE, 99; PAGE e col., 127; PRENTICE, 135; JULIAN e col., 88), que se distribuem, possivelmente, como a água ordinária e têm sido largamente usados, muito embora as necessidades técnicas do seu doseamento limitem o seu emprego. O deutério, todavia, parece não ser completamente inerte (SCHLOERB e col., 153), apontando-se como crítica do método (SCHOENHEIMER) a possibilidade de troca dos seus átomos com os do hidrogénio da fase aquosa e dos diferentes compostos orgânicos (132).

MCCANCE & WIDDOWSON usam a ureia, administrada por via oral, e normalmente absorvida no intestino e distribuída pela água total entre 2 e 3 horas após a sua ingestão (106). Este método, cujas vantagens — facilidade de execução, preço, repetibilidade — justificam o seu emprego por outros autores (MARSHALL & DAVIS; PAINTER, 129; MATHÉ; GOPALAN e col., 66; PAWAN, 133), tem algumas contra-indicações, como a impossibilidade de se administrar em certas situações patológicas (insuficiências renais, etc).

Pouco sucesso teve também o emprego da fenazina (SOBERMAN e col., 158; STEELE e col., 160).

De todas, a mais vulgarmente utilizada é a antipirina (SOBERMAN e col., 158; MESSINGER & STEELE, 108; OSSERMAN e col., 126; BRODIE &

AXELROD, 21; HAMWI & URBACH, 71; BASS, 7), que se distribui rapidamente pelos vários tecidos do organismo em estreita relação com o seu conteúdo hídrico, se metaboliza a uma média de 6 % por hora e praticamente não se excreta.

Os valores obtidos com este método (espaço antipirina ou espaço AP) são praticamente idênticos aos que se conseguem com a diluição dos isótopos, como se verificou em indivíduos de hidratação normal e anormal (20), e um pouco mais elevados os que se obtêm com a ureia. SOBERMAN (157), em coelhos, comparou o espaço AP com a água total avaliada pela dissecação dos animais, tendo encontrado uma boa concordância de resultados. Confirmações ulteriores da validade do uso da antipirina foram fornecidas pelo cálculo da água total pela densitometria (BEHNKE e col., 14; PACE & RATHBUN, 128). Os seus dados concordam com os da antipirina (108, 20).

São poucas as reservas a apontar a este método. Por um lado, a ligação duma certa quantidade, nem sempre constante, do produto às proteínas plasmáticas e metabolização homogênea por toda a água do organismo, como o prova a sua dosificação no pulmão, rim e fígado. No entanto, estes pequenos inconvenientes são largamente compensados pelas suas vantagens, além de que, como vimos, os resultados conseguidos com os métodos considerados mais exactos (água pesada, óxido de trítio, exsicação do cadáver, peso específico) são concordantes (135).

A técnica da antipirina de SOBERMAN (158), ou as suas modificações, é realmente a mais adaptada ao emprego em clínica, embora tenha o inconveniente de exigir para o seu doseamento o emprego da luz ultravioleta. Ora, durante os estudos do metabolismo do piramido, reconheceu-se que um dos seus subprodutos, o N-acetil-4-amino-antipirina (NAAP), se distribuía nos tecidos do cão nas mesmas proporções que a água e que é desprezível a sua fracção que se une às proteínas (21). Daí o aparecimento de um método de dosagem que dispensa o espectrofotómetro para o ultravioleta.

No homem normal o NAAP elimina-se, sobretudo pelo rim, já que a sua parte metabolizada é muito diminuta, à razão de 8 % por hora. Pensou-se por isso utilizar a sua eliminação urinária para a apreciação da água total, mas o processo foi abandonado por aí intervirem duas fortes causas de erro: a pequena quantidade do produto que é metabolizada (0-15 mg por hora) e a concentração que ele sofre (50-70 vezes) e fica retida nos ureteres e bacinetes, mesmo quando se esvazia a bexiga (20).

Como para o estudo da água total, muitas substâncias têm sido propostas para a medição do espaço extracelular. Entre elas podem citar-se:

o tiocianato ou sulfocianato de sódio (CRANDALL & ANDERSON, 67; LAVIETES e col., 98; EDER, 54; GOPALAN e col., 66; HAMWI & URBACH, 71; BASS, 7; KEYS & BROZEK, 92), o sulfocianato de amônio (ASHWORTH, 5; SMET & WILLEMAERS, 50), a inulina (KRHOFFER, 135; GAUDINO e col., 37; BERGER e col., 16), o brometo de sódio (BRODIE e col., 22; BERGER e col., 16), o tiosulfato (CARDOZO & EDELMAN, 36), a sucrose (DEANE e col., 49), o manitol (NEWMAN & BORDLEY, 135), o ácido-para-amino-hipúrico, 135, etc.

Os progressos da ciência atômica permitiram também o emprego de isótopos — cloro (HAEGE; COWIE; WINKLER; ELKINTON & EISENMAN, 135), o sódio (FORBES & PERLEY, 63) e, para o espaço intracelular, o potássio (CORSA e col., 43) —, mas o seu elevado custo e a necessidade de complexa e delicada aparelhagem, limitam o seu emprego, além da sua distribuição não se limitar ao espaço hídrico que nos interessava medir.

Na realidade, nenhum destes produtos nos satisfaz completamente. A sacarose e a inulina são rapidamente excretadas; o tiocianato, o brometo, o iodeto e o radiocloro passam para os sucos digestivos; o radiocloro e o radiopotássio entram nas células; o sódio radioactivo penetra não só nas células mas também na fase sólida dos ossos (135).

A mingua duma substância de uso isento de críticas temos utilizado a inulina e o tiocianato.

A inulina, mercê do seu elevado peso molecular (5 000) não penetra nas células, não se metaboliza nem se armazena no organismo, mas apresenta graves inconvenientes: a sua difusão lenta e uma rápida eliminação renal (SMITH, FINKELSTELSTEIN & H. SMITH, SHANNON, GAUCINO, SCHWARTZ & LEVITT, RICHARDS, WESTFALL & BOTT). Os seus resultados parecem constituir a mais exacta medida dos líquidos extracelulares, mas, no entanto, o seu doseamento é difícil e os resultados pouco interpretáveis, a não ser sob condições de *contrôle* muito rígido (87).

O tiocianato (espaço tiocianato ou espaço SCN) tem as desejáveis características de facilidade de determinação e baixa excreção, pelo que a sua medida se torna relativamente simples (54) e é frequentemente usado, muito embora os seus resultados sejam cerca de 5 % maiores que os da inulina (87). As muitas observações feitas (KALTREIDER e col., 89, no homem; WINKLER e col., 178, nos cães; por exemplo) indicam que a determinação do espaço tiocianato tem algum valor como uma medida empírica do volume extracelular e pode ser usada como apreciação aproximada das suas modificações, mas as reservas de que enferma não permitem encará-la como a medida verdadeira desse espaço (EDER).

MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS

Chegamos, finalmente, aos métodos antropométricos, que vieram trazer ao investigador um meio extremamente simples de avaliação dos grandes compartimentos orgânicos, sobretudo quando aplicados a grandes massas populacionais.

Deles, o mais promissor é a apreciação do tecido adiposo subcutâneo. Cerca de metade da gordura humana — aproximadamente $2/3$ nos indivíduos gordos, embora nas pessoas magras a sua maioria seja interna (3) — está acumulada no tecido celular subcutâneo, de modo que a medida deste pode ser considerada como um índice da adiposidade do indivíduo (33, 56, 164).

Há muito que se utiliza em clínica o processo de apertar entre dois dedos uma prega de pele para avaliar grosseiramente a espessura do tecido celular subcutâneo e, partir daí, a gordura do indivíduo. Isto porque a espessura média da dupla prega de pele, medida em 53 pontos diferentes, variou de 1 a 4 mm, com uma média de 2,2 mm e só em menos de 10 % dos casos ela excedia os 3 mm (55). As grandes variações que se encontram na medição da prega cutânea devem-se, por consequência, às alterações do tecido adiposo subcutâneo, o que torna possível a sua utilização como medida da gordura do organismo.

Já em 1890, RICHER tinha feito construir compassos especiais para a sua avaliação (148) e mais tarde OEDER verificou, nos adultos, um paralelismo aceitável entre a espessura da prega cutânea medida ao nível do umbigo e a gordura do indivíduo apreciada clinicamente (124). Mais recentemente, CORRENTI ideou os «malaquistômetros» (do grego: «malakos» = mole, «histos» = tecidos) para medir os tecidos moles (41). Na prática, a simples apreciação digital da espessura da prega dá uma boa impressão subjectiva do estado do tecido subcutâneo, mas os dados assim obtidos, nunca é demais repeti-lo, carecem de toda a possibilidade de comparação.

A técnica espalhou-se rapidamente, mas a carência de instrumentos-padrão com uma pressão conhecida e constante nas suas superfícies de contacto e a falta de unanimidade sobre os locais de medição têm sido obstáculos à sua mais ampla utilização. BROZEK & KEYS propuseram recentemente o uso de craveiras (*caliper*) com uma área de contacto de cerca de 3 mm^2 e uma pressão de abertura de 110 g, ou sejam, aproximadamente, $35,4 \text{ g/mm}^2$ (31).

Comparando ratos da mesma ninhada, submetidos uns a uma dieta

rica em gorduras, outros a um regime de baixo teor lipídico, MICKELSEN e col. verificaram, nos primeiros, grande aumento de quantidade de tecido adiposo subcutâneo (110). Dados idênticos foram obtidos em cobaias (PITTS, 137) e no porco (KRAYBILL e col., 96). A validade do método tem sido também repetidamente comprovada em estudos humanos, como nos de MITHELL (112), YOUNG e col. (179), MEREDITH & STUART (107), CORRENTI (42), EDWARDS (56), NEWMAN (123), GROSSMAN (68), BASS (7), PASCALE e col. (130), ALLEN e col. (3), PASCALE e col. (131) e outros.

BROZEK & KEYS (92) tiveram, porém, o mérito de estabelecer a correlação bastante perfeita que existe entre a espessura da prega cutânea — das imensas localizações propostas (66 locais tinham sido já sugeridos) escolheram cinco pontos: abdômen (à direita do umbigo), peito (acima e à direita do mamilo direito), costas (por baixo da omoplata direita), braço (na face posterior do braço direito, a meia distância do acrômio e do cotovelo) e coxa (acima do joelho) — e o peso específico do indivíduo (quadro XI), permitindo assim estabelecer equações de previsão a partir das

QUADRO XI

Variáveis	Jovens 20 anos	Homens 49 anos
Abdômen	- 0,839	- 0,596
Peito	- 0,857	- 0,682
Costas	- 0,809	- 0,681
Braço	- 0,828	- 0,647
Coxa	- 0,749	- 0,538
Peso relativo	- 0,783	- 0,633

variáveis isoladas correspondentes às diversas medições feitas (31) ou utilizando ainda o conjunto dos valores (27). São essas equações, estabelecidas para jovens (20 anos) e indivíduos maduros (49 anos), que apresentamos nos quadros XII e XIII.

QUADRO XII

Prega	I. jovens	I. maduros
Abdômenes	1,0990 - 0,00139 X1	1,0778 - 0,00085 X1
Peito	1,0978 - 0,00158 X2	1,0805 - 0,00103 X2
Costas	1,1006 - 0,00176 X3	1,0786 - 0,00114 X3
Braço	1,1028 - 0,00230 X4	1,0819 - 0,00183 X4
Coxa	1,1049 - 0,00319 X5	1,0784 - 0,00216 X5
Peso relativo	1,1518 - 0,00078 X6	1,1161 - 0,00060 X6

QUADRO XIII

C/ todas as variáveis		C/ variáveis escolhidas	
Jovens	Maduros	Jovens	Maduros
1,1058	1,0901	1,0951	1,0901
– 0,00029 X1	+ 0,00004 X1	– 0,00028 X1	– 0,00039 X2
– 0,00066 X2	– 0,00042 X2	– 0,00073 X2	– 0,00031 X3
+ 0,00018 X3	– 0,00032 X3	– 0,00088 X4	– 0,00059 X4
– 0,00071 X4	– 0,00051 X4		– 0,00017 X6
– 0,00037 X5	– 0,00025 X5		
– 0,00012 X6	– 0,00016 X6		

Verificou-se uma alta correlação positiva entre a percentagem de gordura isolável da carcaça do animal e a espessura da gordura subcutânea medida por punção em quatro pontos das costas do porco (+0,811) (KRAYBILL e col., 96). Nas tropas da China nacionalista encontraram-se também correlações significativas entre a estatura, o peso e a espessura da prega cutânea (CROWLEY e col., 44). BASS verificou a correspondência existente entre a MIG calculada a partir da prega cutânea e dos espaços hídricos em 54 indivíduos e encontrou os seguintes coeficientes de correlação: espaço AP/prega=0,64; prega/água total=0,64; prega/água total+extracelular=0,61 e água total/água total+extracelular=0,99. Muito embora a correlação seja significativa entre todos os métodos, os baixos valores dos seus coeficientes indicam um baixo poder de previsão para os casos individuais. Apesar de todos estes cálculos avaliarem com maior ou menor precisão a gordura orgânica, as discrepâncias verificadas entre a MIG obtida a partir da prega e a estimada pelos espaços hídricos necessitam de ser esclarecidas e sugerem as seguintes possibilidades: a água total é apreciavelmente inferior a 70 % da MIG, a prega cutânea subestima a gordura orgânica, as nossas medidas são sistematicamente diferentes das de KEYS & BROZEK, ou há uma combinação das possibilidades anteriores (7). Todos estes trabalhos, e muitos outros que ficam por referir, provam a validade da determinação da densidade orgânica a partir da espessura da pele cutânea e a partir dela podemos então obter os outros compartimentos corporais seguindo os mesmos sistemas de cálculo que a densitometria utiliza.

Lamentavelmente, a camada adiposa subcutânea varia de local para local, de indivíduo para indivíduo e de idade para idade (90). Nas crianças,

por exemplo, a camada que recobre o tricípite é relativamente espessa, mesmo nas que se apresentam emagrecidas, enquanto que a abdominal é sempre mais delgada. Nos adultos o esquema inverte-se e portanto os dados duma idade não podem aplicar-se à outra (REYNOLDS, 144).

Estas limitações não obstam, porém, a que seja possível obter-se a partir da espessura da prega cutânea uma estimativa da sua densidade tão admissível como a que nos fornece a densitometria (31), visto ter-se demonstrado (EDWARDS, 56, 55) que as modificações do estado nutricional tendem a ter uma tradução proporcional uniforme em todas as regiões. Por outras palavras, se um indivíduo perde 10 % da espessura da sua camada adiposa, medida ao nível da face posterior do braço, apresentará a mesma baixa de 10 % em qualquer outro local de mensuração.

RESULTADOS

Sem qualquer intuito de revisão exaustiva, pareceu-nos de interesse coligir os escassos dados existentes na literatura dos nossos dias sobre os diversos compartimentos orgânicos.

Para que os pudéssemos comparar, abstraímos dos respectivos sistemas de cálculo para nos aproveitarmos apenas dos seus dados fundamentais, a que aplicamos depois uma análise uniforme. Recolhemos assim alguns dados, exclusivamente referentes a homens adultos normais, que estudámos com as seguintes expressões:

(a) para a *água total* a partir da densidade

$$A = 4,424 - \frac{4,061}{D} \quad (\text{XI})$$

(b) para a *gordura* a partir da densidade

$$G = \frac{5,548}{D} - 5,044 \quad (\text{III})$$

(c) para os minerais servimo-nos da fórmula de HAMWI & URBACH

$$M = 0,070 \frac{A}{0,732}$$

(d) para os *sólidos celulares* escolhemos também a expressão de
HAMWI & URBACH

$$SC = 0,270 A$$

(e) para a *gordura* a partir da água total empregámos

$$G = 1 - \frac{A}{0,732} \quad (XV-a)$$

(f) para a *densidade* a partir da espessura da prega cutânea abdominal servimo-nos da fórmula de KEYS & BROZEK

$$D = 1,0990 - 0,00139 P_c$$

Os resultados assim recolhidos (quadro XIV) mostram, a despeito das suas divergências, uma razoável concordância.

QUADRO XIV

Métodos	Densidade	Água total	Gordura	Minerais	Sólidos celulares	Peso	Autores
Directos	—	67,9	12,5	4,8	14,8	100,0	MITCHELL e col. — 1945 — (114)
Directos	—	55,1	19,4	5,4	20,1	100,0	FORBES e col. — 1953 — (62)
Densitométricos	1,079	(a) 66,0	(b) 9,8	(c) 6,3	(d) 17,8	99,9	KEYS e BROZEK — 1950 — (30)
	1,056	(a) 57,8	(b) 21,0	(c) 5,5	(d) 15,6	99,9	Idem
	1,077	(a) 65,3	(b) 10,9	(c) 6,2	(d) 17,6	100,0	KEYS e BROZEK — 1951 — (31)
	1,055	(a) 57,5	(b) 21,3	(c) 5,5	(d) 15,6	99,9	Idem
	1,068	(a) 62,2	(b) 15,1	(c) 6,0	(d) 16,8	100,1	PASCALE e col. — 1956 — (131)
Hidrométricos	—	63,0	(e) 13,9	(c) 6,0	(d) 17,0	99,9	HAVESY e HOFER — 1934 — (81)
	—	64,7	(e) 11,6	(c) 6,2	(d) 17,5	100,0	PACE e col. — 1947 — (127)
	—	55,7	(e) 23,9	(c) 5,3	(d) 15,0	99,9	SOBERMAN e col. — 1949 — (158)
	—	61,1	(e) 16,5	(c) 5,8	(d) 16,5	99,9	OSSERMAN e col. — 1950 — (126)
	—	52,7	(e) 28,0	(c) 5,0	(d) 14,2	99,9	STEELE e col. — 1950 — (160)
	—	60,5	(e) 17,3	(c) 5,8	(d) 16,3	99,9	McCANCE e WIDDOWSON — 1951 — (106)
	—	61,8	(e) 15,6	(c) 5,9	(d) 16,7	100,0	WIDDOWSON e McCANCE — 1951 — (175)
	—	55,0	(e) 24,9	(c) 5,3	(d) 14,9	100,1	EDELMAN e col. — 1952 — (52)
	—	52,9	(e) 27,7	(c) 5,1	(d) 14,3	100,0	HAWWI e URBACH — 1953 — (71)
	—	64,3	(e) 12,2	(c) 6,1	(d) 17,4	100,0	Nutrition Research Laboratories, Coonor, 1954, in (84)
Antropométricos	—	63,9	(e) 12,7	(c) 6,1	(d) 17,3	100,0	HOLMES e col. — 1956 — (135)
	—	54,2	(e) 26,0	(c) 5,2	(d) 14,6	100,0	PERES — 1957 — (135)
	(£) 1,074	(a) 64,3	(b) 12,2	(c) 6,1	(d) 17,4	100,0	BROZEK e KEYS — 1951 — (31)
	(£) 1,056	(a) 57,8	(b) 21,0	(c) 5,5	(d) 15,6	99,9	Idem
	(£) 1,083	(a) 67,4	(b) 7,9	(c) 6,4	(d) 18,2	99,9	BASS — 1954 — (7)
Indivíduo de referência	(£) 1,067	(a) 61,8	(b) 15,6	(c) 5,9	(d) 16,7	100,0	ALLEN e col. — 1956 — (3)
	(£) 1,076	(a) 65,0	(b) 11,2	(c) 6,2	(d) 17,6	100,0	PASCALE e col. — 1956 — (131)
	1,0629	61,0	14 %	6,0 %	19 %	100,0	BROZEK — 1954 — (27)

Na generalidade, a água total distribui-se entre 52,7 % e 67,9 % do peso do corpo, a gordura entre 7,9 % e 28,0 %, os minerais entre 4,8 % e 6,4 % e os sólidos celulares entre 14,2 % e 20,1 %. A mesma concordância se verifica se analisarmos, independentemente uns dos outros, os diversos métodos de estudo dos compartimentos orgânicos (quadro xv).

QUADRO XV

Métodos seguidos	Limite dos compartimentos				
	A	G	M	SC	D
Directos	55,1 %	12,5 %	4,8 %	14,8 %	—
	67,9 %	19,4 %	5,4 %	20,1 %	—
Densitométricos	57,5 %	9,8 %	5,5 %	15,6 %	1,055
	66,0 %	21,3 %	6,3 %	17,8 %	1,079
Hidrométricos	52,7 %	11,6 %	5,0 %	14,2 %	—
	64,7 %	28,0 %	6,2 %	17,5 %	—
Antropométricos	57,8 %	7,9 %	5,5 %	15,6 %	1,056
	67,4 %	21,0 %	6,4 %	18,2 %	1,083

Dos estudos dos espaços hídricos, segundo o sistema de cálculo de KEYS & BROZEK, obtêm-se idênticas confirmações, tanto no sexo masculino (quadro xvi) como no feminino (quadro xvii), devendo referir-se, contudo, as diferenças que separam os dois sexos: as mulheres possuem maior quantidade de gordura que os homens.

QUADRO XVI

Anos	Sexo	Autor		Água total	EC	IC	C	SC	M	G
1951	M	WIDDOWSON e McCANCE (175)	5	61,8	21,9	39,9	57,0	17,1	5,3	15,8
1953	M	HAMWI e URBACH (71)	2	52,9	21,8	31,1	44,4	13,3	4,2	29,6
1956	M	HOLMES e col. (84)	12	63,9	25,4	38,5	55,0	16,5	5,2	14,4
1957	M	M. PERES (135)	5	54,2	25,1	29,1	41,6	12,5	3,8	29,5
Médias ponderadas				60,5	24,3	36,2	51,7	15,5	4,8	19,2

QUADRO XVII

1953	F	HAMWI e URBACH (71) . . .	3	53,8	21,7	32,1	45,9	13,8	4,3	28,1
1956	F	HOLMES e col. (84) . . .	3	64,6	23,0	41,6	59,4	17,8	5,6	12,0
1957	F	M. PERES (135) . . .	9	45,1	21,2	23,9	34,2	10,3	3,2	41,4
<i>Médias ponderadas . .</i>				50,7	21,6	29,1	41,6	12,5	3,9	32,9

A interpretação dos casos patológicos mostra-se um pouco mais difícil, mas não deixa de apresentar o seu interesse e seguramente que a clínica lhe virá a dever uma maior compreensão dos fenómenos fisiopatológicos que acompanham as diversas afecções. Os dados recentes que conseguimos recolher (quadro XVIII) mostra-nos já como nos casos de malnutrição o teor hídrico do organismo aumenta ao mesmo tempo que diminui a quantidade de gordura; paralelamente os obesos e os diabéticos têm uma escassa quantidade de água e uma elevada percentagem de tecido adiposo. Com o tratamento os casos de malnutrição corrigem os seus desvios.

QUADRO XVIII

Afecções	Casos	A	EC	IC	C	SC	M	G	Datas	Autores
Malnutrição	5	62,1	26,3	35,8	51,2	15,4	4,8	17,7	1951	WIDDOWSON e McCANCE (175)
Malnutrição (prisioneiros de guerra à chegada)	10	69,3	38,6	30,7	43,9	13,2	4,1	13,4	1951	Idem
Malnutrição (prisioneiros de guerra tratados — 8 semanas) .	10	57,3	23,9	33,4	47,7	14,3	4,5	23,9	1951	Idem
Malnutrição	5	68,8	31,4	37,4	53,4	16,0	5,0	10,2	1953	HAMWI e URRACH (81)
Obesidade	5	44,9	20,1	24,8	35,4	10,6	3,3	41,1	1953	Idem
Diabéticos	5	47,7	22,9	24,8	35,4	10,6	3,3	38,3	1953	Idem
Malnutrição com edema	15	83,3	46,3	37,0	52,9	15,9	5,0	4,1	1953	COPALAN e col. (66)
Malnutrição (à chegada ao hospital)	8	75,0	39,8	35,2	50,3	15,1	4,7	5,2	1956	HOLMES e col. (84)
Malnutrição (após o tratamento)	8	64,5	32,5	32,0	45,7	13,7	4,3	17,5	1956	Idem
Várias	17	46,8	22,1	24,7	35,3	10,6	3,3	39,3	1957	PERES (135)
Crianças	7	58,0	—	—	—	15,7 (a)	5,5 (a)	20,8 (a)	1957	Idem

(a) Seguindo o sistema de cálculo do quadro XIV.

LIMITAÇÕES DOS MÉTODOS

Utópico seria imaginar que estas novas vias de investigação se apresentem já isentas de limitações.

Como todos os outros métodos biométricos, a apreciação dos compartimentos orgânicos encontra-se sujeita às limitações de índole geral (erros de mensuração e de amostragem), que são, praticamente, comuns a todos eles, mas que, por já terem sido analisados, nos abstermos de repetir aqui. Aliás, parece que a sua importância se reduz nestes estudos.

Queremos apenas referir alguns aspectos particulares que a variabilidade fisiológica assume neste campo.

1 — *Idade*

Vinha-se notando, há já algum tempo, que indivíduos bastante aproximados em todas as suas características, excepto na idade, apresentavam valores muito dispares para os respectivos compartimentos.

Assim, por exemplo, BROZEK & KEYS (30), estudando dois grupos de indivíduos saudáveis cujo peso e estatura correspondiam aos respectivos padrões, notaram que os jovens (22 anos) tinham menos gordura (9,8 %) que os de meia idade (49 anos e 21,0 %) e, no ano seguinte, encontravam em circunstâncias idênticas 12,6 % aos 21,8 anos e 20,0 % aos 50,3 anos (32).

O estudo de EDELMAN e col. (52) sobre 120 indivíduos divididos em 11 grupos, consoante a sua idade e sexo, mostrou um teor hídrico de 77 % nas crianças de 2 a 28 dias, de 63 % nas de 1 a 9 meses e de 59 % nas de 1 a 9 anos. Depois seguiram-se pequenas modificações até que na quarta década a taxa diminuiu para 55 %, valor que se manteve constante a partir dessa idade.

Muito embora não houvesse diferenças significativas entre os pesos e as estaturas dum grupo de jovens (22-29 anos) e outro de indivíduos de idade madura (48-57 anos) a densidade, determinada por BROZEK, indicava um teor de 16 % de gordura para os primeiros e de 23 % para os segundos (24).

Para pesos inferiores a 20 kg verificou-se que a água total representa uma função linear do peso e FRIIS-HANSEN e col. (65) puderam até estabelecer a respectiva equação de previsão:

$$A = 0,55P + 0,51$$

Há, portanto, indubitavelmente, uma variação do teor hídrico e adiposo do organismo que é consequência directa da sua idade, podendo admitir-se as recentes conclusões de FRIIS-HANSEN: durante a vida pré-natal e continuando-se durante o primeiro ano de vida (quadro XIX), o organismo humano apresenta uma rápida diminuição da sua água total (referida ao peso do organismo), que se acompanha dum movimento similar da água

QUADRO XIX

Idades	A	EC	IC
0-11 dias	77,6 %	41,6 %	34,8 %
11 dias-6 meses	72,2 %	33,7 %	37,9 %
6 meses-2 anos	59,5 %	26,2 %	34,7 %
2-7 anos	63,1 %	24,7 %	39,9 %
7-16 anos	58,4 %	19,9 %	46,7 %

extracelular, ao passo que a intracelular se conserva praticamente constante. Depois há um ligeiro aumento de todos os espaços hídricos, para se voltar depois à baixa, agora mais atenuada, da hidratação durante a última parte da infância (64), até se atingirem os valores normais para a idade adulta, que já poucas variações apresentam.

2 — *Sexo*

Antes da puberdade não se encontram diferenças na composição do organismo humano (52, 64), mas depois dela as mulheres têm um menor conteúdo hídrico e maior quantidade de gordura que os homens correspondentes, facto repetidamente comprovado (quadro XX). No homem adulto a gordura constitui 10 % do seu peso total, ao passo que na mulher ela corresponde a 20 % (SCAMMON, 151). Em trabalhos radiográficos, REYNOLDS & GROTE verificaram que as larguras dos tecidos moles eram de 19,7 mm nas mulheres e de apenas 9,6 mm nos homens da mesma idade (147). Um índice por eles criado (largura do tecido mole/largura do tecido ósseo) era de 61,1 mm em mulheres de 33 anos e de 27,8 mm em homens de 38 anos (REYNOLDS, 143). Numa amostra de 100 indivíduos de cada sexo com a mesma idade (38 anos), REYNOLDS & ASAKAWA encontraram larguras de

QUADRO XX

Autores	Idades (anos)	Sexos	A	G
EDELMAN e col. (52) . . .	17-34	M	61 %	17 %
Idem	17-34	F	51 %	30 %
Idem	mais de 57	M	54 %	26 %
Idem	mais de 57	F	46 %	37 %
BROZEK e col. (28)	25	M	—	13,1 %
Idem	25	F	—	26,5 %
Idem	35	M	—	17,3 %
Idem	35	F	—	30,5 %
Idem	45	M	—	21,6 %
Idem	45	F	—	34,5 %
Idem	55	M	—	25,9 %
Idem	55	F	—	38,5 %

10,8 e 20,5 mm e índices de 27,6 e 62,2 mm nos homens e nas mulheres, respectivamente (145).

Este aumento de gordura orgânica está associado a um maior depósito de gordura abdominal nas mulheres (SKERJL e col., 154).

3 — Actividade física

O acréscimo da actividade física do indivíduo acompanha-se duma diminuição do seu conteúdo adiposo, como o têm demonstrado diversos autores (WELHAM & BEHNKE, 174; BROZEK, 24; BROZEK & KEYS, 34).

4 — Tipo constitucional

O tipo constitucional do indivíduo acompanha-se de notáveis variações do seu teor adiposo.

Antes da puberdade há identidade entre os dois sexos, mas após ela os homens têm um aumento relativo da gordura depositada no tronco, especialmente na parte lateral e posterior, e uma relativa diminuição na das extremidades, sobretudo das pernas. Nas raparigas, as modificações são menos marcadas e os depósitos das extremidades inferiores apresentam um aumento relativo (33,6 % da totalidade da gordura na mulher e 24,8 % no homem),

mas após a menopausa o tipo de distribuição tende a inverter-se. As cifras são as seguintes: crianças, 5,8 e 13 mm; rapazes 7,8 mm e raparigas 12,1 mm; depois da menopausa há, na mulher, uma ligeira diminuição (11,7 mm, EDWARDS, 56).

DUPERTUIS e col. encontraram um coeficiente de correlação relativamente elevado ($r = -0,797$) entre o endomorfismo e a percentagem de água orgânica. Um grupo que tinha 53,8 % de água total apresentava 4,4 % de endomorfismo, ao passo que outro com 67 % apresentava apenas 2,5 % de endomorfismo (51).

5 — Calor

Em experiências realizadas pelo Quatermaster Climatic Research Laboratory, submeteram-se alguns voluntários ao *stress* pelo calor, fazendo-os passar dum ambiente de 26 °C para outro de 49 °C e regressando ao ambiente primitivo. Entre as modificações sofridas pelo grupo salientam-se (quadro XXI) as do seu peso e obesidade, esta calculada a partir dos valores da espessura da prega cutânea. Um fenómeno estranho, mas muito interessante, foi a verificação do aumento da espessura do tecido celular subcutâneo

QUADRO XXI

Caracteres	26 °	49 °	26 °
Peso relativo . . .	138,4 %	137,0 %	133,0 %
Gordura	8,0 % — 7,4 %	—	7,0 % — 6,1 %

verificado durante a exposição ao calor, que condicionava um aparente aumento da sua taxa adiposa (média de 8,8 %). Esta elevação espúria observou-se no primeiro dia de exposição ao calor, permaneceu durante as duas semanas desse período e desapareceu súbitamente no primeiro dia do regresso à temperatura primitiva. Interpretou-se o fenómeno como resultante duma vaso-dilatação periférica e, sobretudo, dum aumento da hidratação desses tecidos (123).

De qualquer forma, porém, esta variação é relativamente diminuta e parece não ter lugar nos indivíduos já aclimatizados.

A despeito de todas as suas limitações, os novos métodos de apreciação do estado nutricional mostram-se bastante valiosos, sobretudo quando aplicados a grupos populacionais mais ou menos homogêneos, queremos dizer de sexo, idade, actividade física e ecologia semelhantes.

Se nos grupos africanos, que estudámos dentro dos moldes clássicos, sem conseguir qualquer dado de valia no campo nutricional, determinarmos a sua composição orgânica a partir das médias das respectivas pregas cutâneas (quadro XXII), utilizando o esquema de cálculo que serviu para elaborar

QUADRO XXII

Populações	P (kg)	Porcentagem do peso total			Porcentagem da MIG A
		G	MIG	A	
Fulas pretos	57,7	4,36	95,64	70,01	73,20
S. Tomé	57,7	7,41	92,59	67,78	73,20
Cacondas	55,8	3,84	96,16	70,39	73,20
Bijagós	61,0	5,90	94,10	68,88	73,20
Cabo Verde	63,0	6,65	93,35	68,33	73,20
Balantas	58,5	4,87	95,13	69,64	73,21
Mucancalas	43,0	2,22	97,78	71,58	73,21
Cuanhamas	51,8	3,01	96,99	71,00	73,20
Angolares	65,3	6,23	93,77	68,64	73,20

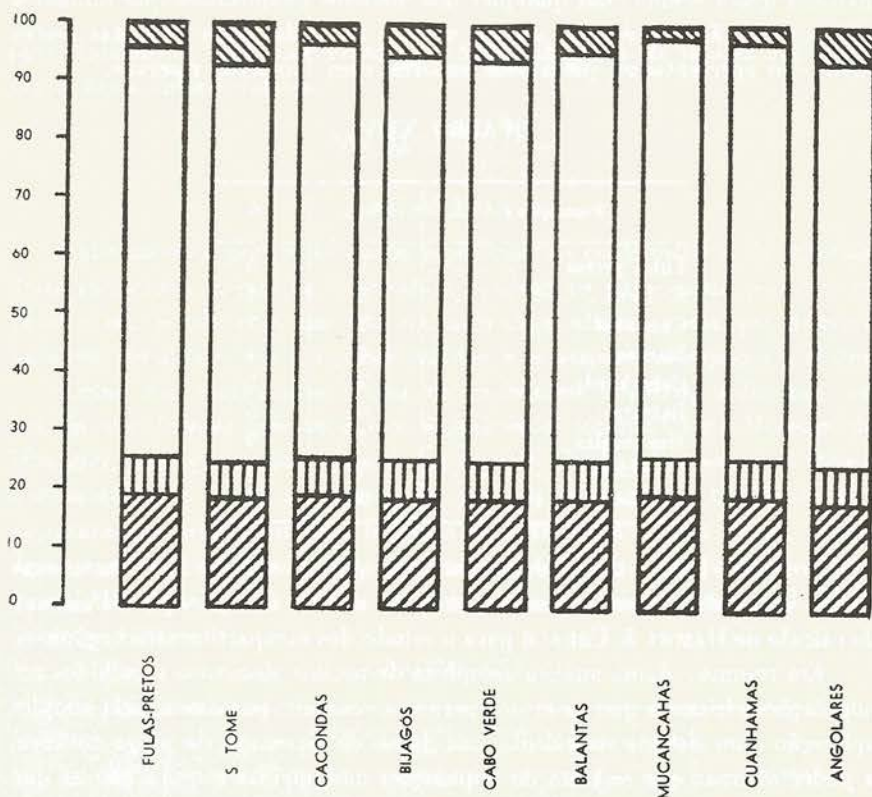
o quadro XIV, somos impressionados desde logo pela constância da taxa hídrica existente na massa isenta de gordura (73,2 %). Observa-se ainda uma grande uniformidade dos valores obtidos para os sólidos celulares e para os minerais (quadro XXIII), mas mesmo os compartimentos mais variáveis

QUADRO XXIII

Populações	A	G	M	SC
Fulas pretos	70,0	4,4	6,7	18,9
S. Tomé	67,8	7,4	6,5	18,3
Cacondas	70,4	3,8	6,7	19,1
Bijagós	68,9	5,9	6,6	18,6
Cabo Verde	68,3	6,7	6,5	18,5
Balantas	69,6	4,9	6,7	18,8
Mucancalas	71,6	2,2	6,8	19,4
Cuanhamas	71,0	3,0	6,8	19,2
Angolares	68,6	6,3	6,6	18,5

— água total e gordura — não deixam de apresentar um impressionante ar de parentesco. A água total varia entre 67,8 % e 71,6 % (margem de variação de 4 %) e a gordura entre 2,2 e 7,4 % (intervalo de variação de 5,2 %) (esquema v).

ESQUEMA V



Se recordarmos agora os dados patológicos que apresentamos atrás (quadro XVIII) verifica-se facilmente que todos os nossos examinados têm uma composição semelhante à encontrada nos quadros da malnutrição crônica.

Muito embora as suas variações sejam de mais difícil interpretação, dadas as influências não nutricionais que sobre elas se exercem (actividade física e idade, sobretudo), as taxas de tecido adiposo permitem-nos uma graduação relativa dos respectivos estados de nutrição que, do melhor para o pior, se disporiam pela seguinte ordem: S. Tomé, Cabo Verde, Angolares,

Bijagós, Balantas, Fulas pretos, Cacondas, Cuanhamas e Mucancalas, ou, por províncias, S. Tomé, Cabo Verde, Guiné e Angola.

O estudo da correlação de posição (quadro XXIV) entre os valores da dieta consumida e o quantitativo de tecido adiposo mostra que, muito embora ela não seja significativa ($r=0,232$), a sua aproximação é mais marcada que a obtida com qualquer dos métodos bioquímicos que tínhamos utilizado. E não esqueçamos que os valores indicados para as dietas destes povos são apresentados, pelos seus autores, com inúmeras reservas.

QUADRO XXIV

Populações	Dieta	G
Fulas pretos	1	6
S. Tomé	2	1
Cacondas	3	7
Bijagós	4	4
Cabo Verde	5	2
Balantas	6	5
Mucancalas	7	9
Cuanhamas	8	8
Angolares	9	3

Por outro lado, a taxa hídrica constante que se verificou nas suas massas isentas de gordura é um argumento de peso a favor da aplicação do sistema de cálculo de HAMWI & URBACH para o estudo dos compartimentos orgânicos.

Em resumo: duma análise complexa de muitos elementos recolhidos em populações africanas que nada nos permitia concluir, passámos, pela simples aplicação dum sistema de cálculo, aos dados da espessura da prega cutânea, a poder afirmar que se trata de populações malnutridas e quais são as que apresentam maior grau de deficiências.

As vantagens do novo método — aumento de poder informativo e economia de tempo e dispêndio no trabalho de campo e de gabinete — são, portanto, suficientemente evidentes.

OS NOSSOS DADOS EXPERIMENTAIS

Estas constatações fizeram surgir na nossa mente as possibilidades de estudo do estado nutricional das populações, que não o dos indivíduos, mediante a simples apreciação da espessura da respectiva prega cutânea.

Dela estimaríamos a densidade orgânica,

$$D = 1,0990 - 0,00139Pc$$

e, a partir desta, avaliar-se-iam a água total e a gordura

$$A = 4,424 - \frac{4,061}{D} \quad G = \frac{5,548}{D} - 5,044$$

para, finalmente, com base nessa água total, obtermos os valores dos minerais e dos sólidos celulares:

$$M = 0,070 \frac{A}{0,732}$$

$$SC = 0,270 A$$

Faltavam-nos, porém, os dados experimentais confirmativos da validade desse raciocínio, e, porque a literatura também os não possui, procurámos fazer o seu estudo com um lote de indivíduos africanos em que determinávamos simultaneamente a prega cutânea e os respectivos espaços hídricos.

Como não pudéssemos dispor de indivíduos normais, utilizámos um lote de oito doentes cabo-verdianos e guineenses internados no Hospital do Ultramar, nos quais, por amável autorização do Excelentíssimo Director, determinámos o peso, a estatura, os espaços antipirina e tiocianato e a espessura das pregas cutâneas medidas ao nível do abdómen, tórax, braço, dorso e coxa. Lamentavelmente perderam-se os dados referentes aos casos H4 e H8, pelo que a nossa amostra ficou reduzida a seis indivíduos (quadro xxv).

QUADRO XXV

Casos	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Espessura da prega cutânea (mm)					Espaço AP (%)	Espaço SCN (%)	Diagnóstico
				Abdominal	Torácica	Braquial	Dorsal	Da coxa			
H1 . .	26	53,1	170	38	42	41	68	54	40,7	27,0	Elefantíase do pé
H2 . .	65	66,0	170	142	120	130	146	124	52,9	33,1	Carcinoma
H3 . .	47	62,2	166	64	64	54	116	62	65,0	42,8	Serviço de neurologia
H5 . .	38	54,0	173	76	58	60	98	64	59,6	30,5	Fibroepitelioma
H6 . .	17	51,0	168	52	48	52	76	64	64,7	31,2	Quelóide
H7 . .	27	56,5	170	58	50	66	70	74	52,2	24,5	Tumor da medula?
Médias	36,7	57,1	169,5	71,7	63,7	67,2	95,7	73,7	55,9	31,5	

Os resultados mostraram um teor hídrico total de 55,9 %, a que correspondia um espaço extracelular de 31,5 % e um intracelular de 24,4 %. A densidade, calculada a partir de diversas pregas cutâneas, deu as seguintes médias: prega abdominal, 1,081; média das pregas, 1,078; e uso de variáveis seleccionadas, 1,077, a que correspondiam os seguintes teores de gordura: 8,9 %, 10,2 % e 10,8 %.

Para comparação dispomos apenas, para indivíduos africanos, dos dados de HOLMES e col. (84) e de DE SMET & WILLEMAERS (50), com os quais, aliás, os nossos resultados mostram uma razoável concordância (quadro XXVI).

QUADRO XXVI

Autores	A	EC	IC
HOLMES e col. (<i>contrôle</i>)	64,0 %	24,0 %	40,0 %
Idem (malnutrição, à entrada)	75,0 %	39,8 %	35,2 %
Idem (malnutrição, tratados)	64,5 %	32,5 %	32,0 %
DE SMET & WILLEMAERS	—	23,9 %	—
Nossos	55,9 %	31,5 %	24,4 %

A análise destes quadros mostra-nos um valor baixo do teor hídrico total, largamente ultrapassado pelos resultados dos outros investigadores, com um excesso de líquidos extracelulares, só excedido pelos de HOLMES e col., e um baixo valor intracelular. Dum modo geral, esta é a composição que costumamos encontrar nos estados de malnutrição.

A aplicação do sistema de cálculo que propomos aos nossos examinados dá-nos um teor adiposo extraordinariamente baixo (quadro XXVII) quando

QUADRO XXVII

Casos	D	A	G	M	SC
H1	1,094	71,2	2,7	6,8	19,3
H2	1,079	66,0	9,8	6,3	17,9
H3	1,090	69,8	4,6	6,7	18,9
H5	1,088	69,1	5,5	6,6	18,8
H6	1,092	70,5	3,7	6,7	19,1
H7	1,091	70,2	4,1	6,7	19,0
Médias	1,089	69,5	5,1	6,6	18,8

partimos da sua densidade, ao passo que os meios hidrométricos, seguindo o sistema de KEYS & BROZEK, dão, pelo contrário (quadro XXVIII), um apreciável aumento desse compartimento orgânico.

QUADRO XXVIII

Casos	A	G	M	SC
H1 . . .	40,7	51,6	1,8	5,9
H2 . . .	52,9	36,0	2,6	8,5
H3 . . .	65,0	22,5	3,0	9,5
H5 . . .	59,6	24,0	3,9	12,5
H6 . . .	64,7	16,4	4,5	14,4
H7 . . .	52,2	32,2	3,7	11,9
<i>Médias</i> .	55,1	30,4	3,3	10,4

As diferenças não são estatisticamente significativas ($t=1,22$ e para $P=0,05$, $t=2,41$ e para $P=0,01$, $t=4,15$), mostrando que as discretas alterações que surgem como resposta a uma doença, traumatismo ou terapêutica, estão muitas vezes dentro dos limites do erro experimental. Contudo, as divergências que os separam revelam a importância das limitações que ainda recaem sobre estas novas vias de investigação e justificam plenamente que nos detenhamos um pouco na análise dos seus possíveis factores.

Em primeiro lugar devemos referir o escasso número de observações de que podemos dispor (6 casos), o que corresponde, logicamente, a uma amostragem imperfeita, com todos os inconvenientes que lhe estão inerentes.

Depois, os casos examinados não são normais, mas sim patológicos, e o valor dos resultados depende fundamentalmente da consistência das constantes empregadas nos cálculos. Ora, na realidade, não sabemos se as que têm sido apresentadas, e que foram utilizadas, se aplicam indistintamente a todas as situações metabólicas. Parece até haver indicações de que essa constância não se verifica em todas as situações patológicas.

Além disso não devemos esquecer que a idade dos indivíduos exerce uma decisiva influência nos resultados e que os nossos examinados eram: um adolescente (H6), dois jovens adultos (H1 e H7), dois de idade madura (H3 e H5) e um velho (H2). Aliás, a simples consideração deste factor (quadro XXIX) faz subir a percentagem de tecido adiposo de 5,1 % para 8,9 %, mas mesmo assim ficamos ainda longe dos valores obtidos com a hidrometria!

QUADRO XXIX

Casos	D	G
H1	1,094	2,7
H2	1,066	16,1
H3	1,072	13,1
H5	1,071	13,6
H6	1,092	3,7
H7	1,093	4,1
<i>Médias</i> .	1,081	8,9

Por outro lado, bem sabemos que os resultados dependem das técnicas utilizadas e, muito embora tenhamos seguido as mais habituais, a verdade é que a nossa falta de treino no seu emprego não pode ter deixado de se reflectir nos dados recolhidos.

Pode também discutir-se a validade do uso do sistema de KEYS & BROZEK, mas a verdade é que a aplicação dos outros sistemas de cálculo aos dados da hidrometria (quadro xxx), embora mostrando resultados variáveis, não se aproxima dos dados da densitometria.

QUADRO XXX

Casos	Água total			Sólidos celulares			Minerais			Gordura			Peso
	MC-W	H-U	K-B	MC-W	H-U	K-B	MC-W	H-U	K-B	MC-W	H-U	K-B	
H1	40,7	40,7	40,7	6,7	11,0	5,9	3,6	3,9	1,8	49,0	44,4	51,6	100,0
H2	52,9	52,9	52,9	9,7	14,3	8,5	4,7	5,1	2,6	32,7	27,7	36,0	100,0
H3	65,0	65,0	65,0	10,9	17,6	9,5	5,7	6,2	3,0	18,4	11,2	22,5	100,0
H5	59,6	59,6	59,6	14,3	16,1	12,5	5,5	5,7	3,9	20,6	18,6	24,0	100,0
H6	64,7	64,7	64,7	16,5	17,5	14,4	6,0	6,2	4,5	12,8	11,6	16,4	100,0
H7	52,2	52,2	52,2	13,6	14,1	11,9	4,9	5,0	3,7	29,3	28,7	32,2	100,0
<i>Médias</i> .	55,8	55,8	55,8	12,0	15,1	10,5	5,1	5,4	3,3	27,1	23,7	30,4	100,0
<i>C/médias</i>				12,0	15,1	10,4	5,1	5,3	3,3	27,1	23,8	30,5	100,0

O uso das equações de previsão utilizadas para o cálculo da densidade não é também isento de reparos. Aquelas de que nos servimos (KEYS & BROZEK) foram estabelecidas para indivíduos americanos e nada nos autoriza a generalizar o seu emprego. Se, em seu lugar, nos basearmos na expressão de PASCALE e col. (131),

$$D = 1,0851 - 0,0105 P_c$$

logo a média da gordura se eleva para 10,5 % (quadro XXXI), mas nem assim

QUADRO XXXI

Casos	D	G
H1	1,081	8,8
H2	1,070	14,1
H3	1,078	10,3
H5	1,077	10,7
H6	1,080	9,3
H7	1,079	9,7
<i>Médias</i> .	1,078	10,5

nos aproximarmos dos valores da hidrometria, como também o não fazemos servindo-nos da fórmula ideada por ALLEN e col. (2) para a previsão da taxa adiposa a partir do peso do indivíduo (quadro XXXII) e do cubo da sua

QUADRO XXXII

Casos	G (kg)	G (%)
H1	8,0	15,1
H2	16,8	25,5
H3	16,2	26,1
H5	7,1	13,1
H6	7,6	14,8
H7	10,3	18,3
<i>Médias</i> .	11,0	18,8

estatura, muito embora ela, estabelecida em chineses, seja a que mais se aproxima dos dados da hidrometria.

Pode pensar-se também que a utilização da prega abdominal, de que temos vindo a servir-nos, não seja a expressão de cálculo mais indicada. De facto há variações sensíveis com o emprego de outras expressões de cálculo (quadro XXXIII) para a obtenção da densidade, e até com a expressão

QUADRO XXXIII

Casos	Densidade									Média (a)
	Abdó- men	Tórax	Costas	Braço	Coxa	Média	Peso relativo	Todas	Escolhi- das	
H1 .	1,094	1,091	1,089	1,093	1,088	1,091	1,101	1,090	1,087	1,090
H2 . .	1,066	1,068	1,062	1,058	1,052	1,061	1,077	1,061	1,062	1,061
H3 . .	1,072	1,074	1,065	1,072	1,065	1,070	1,079	1,070	1,070	1,070
H5 . .	1,071	1,075	1,067	1,071	1,065	1,070	1,076	1,069	1,070	1,070
H6 . .	1,092	1,090	1,087	1,091	1,084	1,089	1,101	1,087	1,084	1,088
H7 . .	1,093	1,090	1,088	1,088	1,081	1,088	1,101	1,090	1,089	1,089
<i>Médias</i>	1,081	1,081	1,076	1,079	1,073	1,078	1,089	1,078	1,077	1,078

matemática utilizada para a taxa adiposa, como se verifica pelo quadro XXXIV

QUADRO XXXIV

Casos	Prega abdominal			Média das pregas			Variáveis escolhidas		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
H1 . .	2,7	2,7	0,0	44,1	3,8	1,0	6,0	5,2	2,4
H2 . .	16,1	12,8	8,1	18,5	14,6	9,9	18,0	14,3	9,6
H3 . .	13,1	10,6	3,2	14,1	11,3	4,0	14,1	11,3	4,0
H5 . .	13,6	11,0	7,1	14,1	11,3	7,5	14,1	11,3	7,5
H6 . .	3,7	3,4	0,5	5,1	4,5	0,5	7,4	6,2	2,2
H7 . .	4,1	3,1	1,0	5,5	4,8	2,7	5,1	4,5	2,4
<i>Médias</i>	8,9	7,3	3,2	10,2	8,4	4,3	10,8	8,8	4,7

(a) Não inclui o peso relativo.

em que se empregaram as seguintes:

$$1) \quad G = \frac{5,548}{D} - 5,044$$

$$2) \quad G = \frac{4,201}{D} - 3,813$$

$$3) \quad G = \frac{4,149}{D} - 0,283 \text{ EC} - 3,717$$

Mas de forma alguma nos aproximamos dos valores da hidrometria.

Em resumo, cremos absolutamente necessário o estudo das equações de previsão aplicáveis a indivíduos africanos e atribuímos à sua carência grande parte das divergências verificadas nos nossos resultados.

Não podemos também deixar de nos impressionar com os dados obtidos para a água total (espaço antipirina), tanto mais que, se o seu valor se aproximasse dos obtidos por outros investigadores nesses povos (64 %), as divergências se atenuariam extraordinariamente, já que a taxa adiposa passaria a ser de 18 %. Infelizmente não podemos explicar o fenómeno, mas a sua constatação justifica plenamente o prosseguimento dos nossos estudos.

Todas estas limitações não conseguem, apesar de tudo, roubar todo o interesse aos novos métodos. Com efeito, se exceptuarmos o caso H1, nitidamente alterado no seu conteúdo hídrico, verifica-se uma boa concordância (quadro XXXV) na hierarquia relativa estabelecida pelos dois métodos.

QUADRO XXXV

Casos	Método antropométrico	Método hidrométrico
H2 . . .	1	1
H3 . . .	3	4
H5 . . .	2	3
H6 . . .	5	5
H7 . . .	4	2

CONCLUSÃO

A composição do corpo humano é uma faceta importante, se não primacial, do estado de nutrição do indivíduo ou da população. Se no laboratório os métodos densitométricos e na clínica a determinação dos espaços hídricos se mostram os métodos de eleição para a sua análise, em trabalhos de campo os métodos antropométricos mostram-se preciosos auxiliares, a despeito das limitações de que ainda enfermam.

Para corrigir estas últimas, novos aperfeiçoamentos são ainda necessários, dirigindo-se sobretudo à verificação das constantes e sistemas de cálculo propostos, apoiando-se fundamentalmente nos métodos directos, fotométricos, radiológicos, densitométricos e hidrométricos, como critério da validade dos resultados dos processos antropométricos, especialmente os baseados na apreciação da espessura da prega cutânea.

Aos investigadores portugueses interessa ainda, e sobretudo, a possibilidade de aplicação destes métodos às nossas populações ultramarinas.

RÉSUMÉ

La composition du corps humain est un aspect important, ou même primatial, de l'état de nutrition de l'individu ou de la population. Les méthodes densitométriques, dans les laboratoires, et la détermination des espaces hydriques, dans la clinique, sont les méthodes d'élection pour son analyse, mais, dans les travaux de champ, les méthodes anthropométriques sont des auxiliaires précieux, malgré les limitations qui les affectent.

Pour corriger ces limitations on a encore besoin de nouveaux perfectionnements, surtout dans la vérification des constantes et des systèmes de calcul proposés. Pour faire cela on doit s'appuyer fondamentalement sur les méthodes directes, photométriques, radiologiques, densitométriques et hydrométriques comme critérium de validité des résultats des procédés anthropométriques, notamment ceux qui sont fondés dans l'appréciation de l'épaisseur du pli cutané.

Aux chercheurs portugais intéresse, encore et notamment, la possibilité d'application de ces méthodes aux populations d'Outre-Mer.

SUMMARY

The human body composition is an important feature, if not the principal one, in the state of nutrition of the individual or of the population. If the densitometric methods, in laboratory, and the determination of the intercellular fluid spaces, in clinical practice, are the preferred methods for the analysis of body composition, the anthropometrical methods are precious in field works, though still deficient. For correcting their failures new improving attempts are necessary mainly in what concerns the verification of the constants and calculus systems which are claimed. These must be supported fundamentally on direct methods, photometrical, radiological and densitometric methods being especially based on the estimation of the thickness of the skinfold.

The possibility of the application of these methods to our overseas populations is otherwise interesting the Portuguese researchers in a particular way.

BIBLIOGRAFIA

- (1) *Advisory Board on Quartermaster Research and Development* — «Methods for Evaluation of Nutritional Adequacy and Status» — Washington, 1954.
- (2) ALLEN, T. H., PENG, M. T., CHEN, K. P., HUANG, T. F., CHANG, C., & FANG, H. S. — *Metab. Cl. Exp.*, **5**: 328, 1956.
- (3) — *Metab. Cl. Exp.*, **5**: 346, 1956.
- (4) ASHWORTH, U. S., & COWGILL, G. R. — *J. Nutr.*, **115**: 73, 1938.
- (5) ASHWORTH, M., & ASHWORTH, T. — *Am. J. Phys.*, **139**: 255, 1943.
- (6) BABINEAU, L. M., & PAGÉ, E. — *Canad. J. Biochem. Phys.*, **33**: 970, 1955.
- (7) BASS, D. E. — «Body fluids compartments and indices of body composition», in (1): 281, 1954.
- (8) BASS, D. E., KLEEMAN, C. R., KLIMAS, J. A., & QUINN, M. — *J. App. Phys.*, **6**: 33, 1953.
- (9) BEHNKE, A. R. — *Harvey Lectures*, **37**: 73, 1941.
- (10) — *Medicine*, **24**: 359, 1945.
- (11) — *Fed. Proc.*, **12**: 13, 1953.
- (12) — «Body Composition. I — In vivo estimation of fat and water content from specific gravity (density) determination», in (1): 294, 1954.
- (13) — «II — In vivo estimation of body fat from measurements of gaseous desorption», in (1): 306, 1954.
- (14) BEHNKE, A. R., FEEN, B. G., & WELHAM, W. C. — *J. A. M. A.*, **118**: 495, 1942.
- (15) BEHNKE, A. R., OSSERMAN, E. F., & WELHAM, W. C. — *Archives of Internal Medicine* (Arch. Int. Med.), **91**: 585, 1953.
- (16) BERGER, E. Y., DUNNING, M. F., & BRODIE, B. B. — *American Journal of Physiology* (Am. J. Phys.), **162**: 313, 1950.
- (17) BEST, W. R., KUHL, W. J., & CONSOLAZIO, C. F. — *Fed. Proc.*, **12**: 178, 1953.
- (18) BISCHOFF, E. — *Z. ration. Med.*, **20**: 75, 1863.
- (19) BOZENRAAD, O. — *Deuts. Arch. Klin. Med.*, **103**: 120, 1911.
- (20) BRODIE, B. B. — *Methods in Medical Research*, **4**: 31, 1951.
- (21) BRODIE, B. B., & AXELROD, J. — *J. Pharm. & Exp. Ther.*, **98**: 97, 1950.
- (22) BRODIE, B. B., BRAND, E., & LESHINS, S. — *J. Biol. Chem.*, **130**: 555, 1939.
- (23) BRODY, S. — *Bioenergetics and Growth* — New York, 1945.
- (24) BROZEK, J. — *Fed. Proc.*, **11**: 784, 1952.
- (25) — *American Journal of Physiological Anthropology* (A. J. Phys. Anth.), **11**: 147, 1953.
- (26) — «Physical Performance», in (1): 204, 1954.
- (27) — «Measurement of the Body Components in Nutritional Research. Coment on Selected Methods», in (1): 265, 1954.
- (28) BROZEK, J., CHEN, K. P., CARLSON, W., & BROWCZYK, F. — *Fed. Proc.*, **12**: 21, 1953.
- (29) BROZEK, J., HENSCHEL, A., & KEYS, A. — *J. Appl. Phys.*, **2**: 240, 1949.
- (30) BROZEK, J., & KEYS, A. — *Science*, **112**: 788, 1950.
- (31) — *Brit. J. Nutr.*, **5**: 194, 1951.
- (32) — *J. Gereont.*, **6** (Supp. 3): 67, 1951.

- (33) — *Nutr. Abst. Rev.*, **20**: 247, 1951.
- (34) — *Geriatrics*, **8**: 70, 1953.
- (35) BROZEK, J., & MONKHE, J. V. — *Arch. Ind. Hyg. Occup. Med.*, **2**: 63, 1950.
- (36) CARDOZO, R. H., & EDELMAN, I. S. — *J. Clin. Invest.*, **31**: 280, 1952.
- (37) GAUDINO, M., SCHWARTZ, I. L., & LEVITT, M. F. — *Proc. Soc. Exp. Biol. (N. Y.)*, **68**: 507, 1948.
- (38) CHAPMAN, C. B., GIBBONS, T., & HENSCHER, A. — *New Engl. J. Med.*, **243**: 899, 1950.
- (39) COHN, C., JOSEPH, D., & SHRAGO, E. — *Metab. Cl. Exp.*, **6**: 381, 1957.
- (40) Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'Alimentation et de la Nutrition — «Prophylaxie et Traitement des Déficiences Alimentaires graves lors de Calamités» — *Serie Rapports Techniques*, n.º 45, Genève, 1951.
- (41) CORRENT, V. — *Riv. di Antr.*, **35**: 438, 1947.
- (42) — *Arch. Ital. Ped. e Puer.*, **14**: 119, 1950.
- (43) CORSA, L., OLNEY, J. M., STEENBERG, R. W., BALL, M., & MOORE, F. D. — *J. Clin. Invest.*, **29**: 1280, 1950.
- (44) CROWLEY, L. V., RYER, R. R., & POLIACK, H. — *Metab. Cl. Exp.*, **5**: 272, 1956.
- (45) DAHLSTROM, H. — *Acta Phys. Scand.*, **21** (Suppl. 71): 3, 1950.
- (46) DANOWSKI, T. S. — *J. Biol. Chem.*, **152**: 207, 1944.
- (47) DEANE, N. — *J. Clin. Invest.*, **30**: 1469, 1951.
- (48) — *Methods in Medical Research*, **5**: 159, 1952.
- (49) DEANE, N., SCHREINER, G. E., & ROBERTSON, J. S. — *J. Clin. Invest.*, **30**: 1463, 1951.
- (50) DE SMET, M., & WILLEMAERS, P. — *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* (Ann. Belg. Med. Trop.), **37** (n.º 5): 593, 1957.
- (51) DUPERTUIS, C. W. — *J. Appl. Phys.*, **4**: 364, 1951.
- (52) EDELMAN, I. S. — *Surg. Gynec. Obstet.*, **95**: 1, 1952.
- (53) EDELMAN, I. S., OLNEY, J. M., JAMES, A. H., BROOKS, L., & MOORE, F. D. — *Science*, **115**: 447, 1952.
- (54) EDER, H. A. — *Methods in Medical Research*, **4**: 48, 1951.
- (55) EDWARDS, D. A. W. — *Clin. Sc.*, **9**: 259, 1950.
- (56) — *Clin. Sc.*, **10**: 305, 1951.
- (57) F. A. O. — *Besoins en Calories* — Rome, 1950.
- (58) F. A. O./O. M. S. — *Deuxième Cours de Formation de Nutritionnistes pour l'Afrique au Sud du Sahara, 1956* — Em publicação.
- (59) FENTON, P. F., & DOWLING, M. T. — *J. Nutr.*, **49**: 319, 1953.
- (60) FIDANZA, F., KEYS, A., & ANDERSON, J. T. — *J. Appl. Phys.*, **6**: 252, 1953.
- (61) FLEXNER, L. B., KILDE, W. S., PROCTOR, N. K., COWIE, D. B., VOSBURGH, G. J., & HELLMAN, L. M. — *J. Pediat.*, **30**: 413, 1947.
- (62) FORBES, R. M., COOPER, A. R., & MITCHELL, H. H. — *J. Biol. Chem.*, **203**: 359, 1953.
- (63) FORBES, G. B., & PERLEY, A. M. — *J. Lab. Clin. Med.*, **34**: 1599, 1949.
- (64) FRIIS-HANSEN, B. J. — *Acta Paed.*, **46** (Supl. 110): 1957.
- (65) FRIIS-HANSEN, B. J., HOLIDAY, M., STAPLETON, T., & WALLACE, W. M. — *Pediatrics*, **7**: 321, 1951.

- (66) GOPALAN, C., VENKATACHALAM, P. S., & SRIKANTIA, S. G. — *Metab. Cl. Exp.*, **2** (n.º 4): 335, 1953.
- (67) GRANDALL, L. A., & ANDERSON, M. X. — *Am. J. Digest. Dis.*, **1**: 126, 1931.
- (68) GROSSMAN, M. I. — «Aspects of Nutritional Status Reflected by Body Composition», in (1): 262, 1954.
- (69) HAGGARD, H. W., & GREENBERG, L. A. — *Diet and Physical Efficiency* — New Haven, 1935.
- (70) HALDI, J., & WYNN, W. — *Journal of Applied Physiology* (J. Appl. Phys.), **2**: 268, 1949.
- (71) HAMWI, G. J., & URBACH, S. — *Metab. Cl. Exp.*, **2**: (n.º 5): 391, 1953.
- (73) HARDY, J. D., & DRABKIN, D. L. — *Fed. Proc.*, **9**: 182, 1950.
- (73) HARDY, J. D., SEN, P. K., & DRABKIN, D. L. — *Surg. Gynec. Obstet.*, **93**: 103, 1951.
- (74) HARRISON, H. E., DARROW, D. C., & YANNET, H. — *J. Biol. Chem.*, **113**: 515, 1936.
- (75) HASTINGS, A. B. — *Harvey Lectures*, **36**: 91, 1940-41.
- (76) HATAI, S. — *Am. J. Anat.*, **21**: 23, 1917.
- (77) HATFIELD, H. S. — *J. Phys.*, **111**: 10, 1950.
- (78) HATFIELD, H. S., & PUGH, G. C. — *Nature*, **168**: 918, 1951.
- (79) HATFIELD, H. S., & WILSON, F. J. — *J. Sci. Ind.*, **27**: 1, 1950.
- (80) HENSCHEL, A., MICKELSEN, O., TAYLOR, H. L., & KEYS, A. — *Am. J. Phys.*, **150**: 170, 1947.
- (81) HEVESY, G., & HOFER, E. — *Nature* (London), **134**: 879, 1934.
- (82) HODGMAN, C. D. — *Handbook of Chemistry and Physics* — Cleveland, 1944.
- (83) HOLLANDER, V., CHANG, P., TUI, C. — *J. Lab. Clin. Med.*, **34**: 680, 1949.
- (84) HOLMES, E. G., JONES, E. R., LYLE, M. D., & STANIER, M. W. — *Brit. J. Nutr.*, **10**: 198, 1956.
- (85) HUTCHINSON, D. L., PLENTL, A. A., & TAYLOR, H. C. — *J. Clin. Invest.*, **33**: 235, 1954.
- (86) JANZ, G. J., PINTO, G. L., & FRANÇA, C. S. — *Anais I. M. T.*, **10** (n.º 3-II): 1459, 1953.
- (87) JANZ, G. J., PINTO, G. L., & SANTOS REIS, C. — «Notas sobre a determinação de alguns dos grandes compartimentos do organismo por meios directos e a partir de equações de previsão», *Jornal da Sociedade de Ciências Médicas de Lisboa*, CXXII (n.º 9): 3, 1958.
- (88) JULIAN, L. M., LAWRENCE, J. H., BERLIN, N. I., & HYDE, G. M. — *J. Appl. Phys.*, **8**: 651, 1958.
- (89) KALTREIDER, N. L. — *J. Exp. Med.*, **74**: 569, 1941.
- (90) KEYS, Ancel — «Body Weight, Body Composition and Calorie Status», in Wohl & Goodhart — *Modern Nutrition in Health and Disease* — Philadelphia, 13, 1955.
- (91) KEYS, A., BROZEK, J., HENSCHEL, A., MICKELSEN, O., & TAYLOR, H. L. — *The Biology of Human Starvation* — Minneapolis, 1950.
- (92) KEYS, A., & BROZEK, J. — *Physiological Review* (Phys. Rev.), **33**: 245, 1953.
- (93) KOHLRAUSCH, W. — *Arbeitsphysiologie*, **2**: 23/, 1930.
- (94) KRAUT, H. A., & MÜLLER, E. A. — *Science*, **104**: 495, 1946.

- (95) KRAYBILL, H. F., BITTER, H. L., & HANKINS, O. G.—*J. Appl. Phys.*, **4**: 575, 1952.
- (96) KRAYBILL, H. F., GOODE, E. R., ROBERTSON, R. S. B., & SLOANE, H. S.—*J. Appl. Phys.*, **6**: 27/, 1953.
- (97) KRAYBILL, H. F., HANKINS, O. G., & BITTER, H. L.—*J. Appl. Phys.*, **3**: 681, 1951.
- (98) LAVIETES, H., BOURDILLON, J., & KLINGHOFFER, K. A.—*J. Clin. Invest.*, **15**: 261, 1936.
- (99) LAWRENCE, J. H.—*Proc. Roy Soc. Med.*, **36**: 219, 1943.
- (100) LESSER, G. T., BLUMBERG, A. G., & STEELE, J. M.—*Am. J. Phys.*, **169**: 545, 1952.
- (101) LIGHT, A. E., SMITH, P. K., SMITH, A. H., & ANDERSON, W. E.—*J. Biol. Chem.*, **107**: 689, 1934.
- (102) MACK, P. B., BROWN, W. N., & TRAPP, H. D.—*Am. J. Roentgenol.*, **61**: 808, 1949.
- (103) MACKWORTH, N. H.—«Research on the Measurement of Human Performance» — Medical Research Council (London), *Special Report*, n.º 268, 1950.
- (104) MACY, Icie G.—*Nutrition and Chemical Growth in Childhood* — Springfield, 1946.
- (105) McCANCE, R. A., & WIDDOWSON, E. M.—*Brit. Med. Bull.*, **7** (n.º 4): 297, 1951.
- (106) ————*Proc. Roy Soc. (London)*, **138**: 115, 1951.
- (107) MEREDITH, H. V., & STUART, H. C.—*Am. J. Pub. Health*, **37**: 1435, 1947.
- (108) MESSINGER, W. J., & STEELE, J. M.—*Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **70**, 316, 1949.
- (109) MICKELSEN, Olaf.—*Public Health Reports (Pub. Health Rep.)*, **73** (n.º 4): 295, 1958.
- (110) MICKELSEN, O., TAKAHASI, S., & CRAIG, C.—*J. Nutr.*, **57**: 541, 1955.
- (111) MILLER, A. T., & BLYTH, C. S.—*J. Appl. Phys.*, **5**: 73, 1952.
- (112) MITCHELL, H. H.—*Human Biology*, **4**: 469, 1932.
- (113) ————*Indust. Eng. Chem. (Anal. Ed.)*, **16**: 696, 1944.
- (114) MITCHELL, H. H., HAMILTON, T. S., STEGGERDA, F. R., & BEAN, H. W.—*J. Biol. Chem.*, **158**: 625, 1945.
- (115) MOLESCHOTT, J.—*Physiologie der Nahrungsmittel: ein Handbuch der Diätetik* — Giessen, 1859.
- (116) MONTEMURRO, D. G., & STEVENSON, J. A. F.—*Metab. Cl. Exp.*, **6**: 161, 1957.
- (117) MOORE, F. D.—*Science*, **104**: 157, 1946.
- (118) ————*Surg. Gynec. Obstet.*, **95**: 155, 1952.
- (119) MORALES, M. F., RATHBURN, E. N., SMITH, R. S., & PACE, N.—*The Journal of Biological Chemistry (J. Biol. Chem.)*, **158**: 677, 1945.
- (120) MOULTON, C. R.—*J. Biol. Chem.*, **43**: 67, 1920.
- (121) ————*J. Biol. Chem.*, **57**: 79, 1923.
- (122) MURRAY, J. A.—*Journal of Agricultural Sciences*, **72**: 103, 1922.
- (123) NEWMAN, R. W.—*Measurement of Body Fat in Stress Situations* — Quarter-master Climatic Research Laboratory — Lawrence, 1952.
- (124) OEDER, G.—*Med. Klin.*, **6**: 657, 1910.
- (125) ORTIÇÃO, Ramalho — *As Farpas* — Lisboa, 1887.

REIS, C. S., *et alii* — O estudo dos compartimentos orgânicos

- (126) OSSERMANN, E. F., PITTS, G. C., WELHAM, W. C., & BEHNKE, A. R. — *J. Appl. Phys.*, **2**: 633, 1950.
- (127) PACE, N., KLINE, L., SCHACHMAN, H. K., HARFENIST, M. — *J. Biol. Chem.*, **168**: 459, 1947.
- (128) PACE, N., & RATHBURN, E. N. — *J. Biol. Chem.*, **158**: 685, 1945.
- (129) PAINTER, E. E. — *Am. J. Phys.*, **129**: 744, 1940.
- (130) PASCALE, L. R., GROSSMAN, M. I., & SLOANE, H. S. — *Correlation between thickness of skinfolds and body density in 88 soldiers* — Denver, 1955.
- (131) PASCALE, L. R., GROSSMAN, M. I., SLOANE, H. S., & FRANKEL, T. — *Human Biology*, **28**: 165, 1956.
- (132) PASSMORE, R., MEIKLEJOHN, A. P., DEWAR, A. D., & THOW, R. K. — *British Journal of Nutrition* (Brit. J. Nutr.), **9**: 27, 1955.
- (133) PAWAN, G. L. — *Arch. Middlesex Hosp.* (London), **4**: 119, 1954.
- (134) PECORA, L. J., & HIGHMAN, B. — *Journal of Nutrition* (J. Nutr.), **51**: 219, 1953.
- (135) PERES, M. T. M. Malheiro — *Gazeta Médica Portuguesa* (Gaz. Med. Port.), **10**: (n.º 6): 665, 1957.
- (136) PERRY, T. W., BEESON, W. M., & VOSTEEN, B. M. — *Journal of Animal Sciences* (J. An. Sc.), **12**: 310, 1953.
- (137) PITTS, G. E. — *Fed. Proc.*, **10**: 105, 1951.
- (138) PLENTL, A. A., & TAYLOR, H. C. — *J. Clin. Invest.*, **33**: 235, 1954.
- (139) QUINN, M., KLEEMAN, C. R., BASS, D. E., & HENSCHEL, A. — *Metab. Cl. Exp.*, **3**: 49, 1953.
- (140) RATHBURN, E. N., & PACE, N. — *J. Biol. Chem.*, **158**: 667, 1945.
- (141) REID, J. T., WELLINGTON, G. H., & DUNN, H. O. — *J. Dairy Sci.*, **38**: 1341, 1955.
- (142) REIS, C. Santos, JANZ, G. J., & PINTO, G. L. — «Biometria e Bioquímica» — *Arquivos Portugueses de Bioquímica* — **2**: 445, 1958.
- (143) REYNOLDS, E. L. — *Human Biology*, **21**: 199, 1949.
- (144) — «Distributions of subcutaneous fat in childhood and adolescence» — Evans-ton, 1950.
- (145) REYNOLDS, E. L., & ASAKAWA, T. — *Am. J. Phys. Anthr.*, **8**: 343, 1950.
- (146) REYNOLDS, E. L., & CLARK, L. C. — *Child Development*, **18**: 155, 1947.
- (147) REYNOLDS, E. L., & GROTE, P. — *Anat. Records*, **102**: 45, 1948.
- (148) RICHER, P. — *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière* — Paris, 1890.
- (149) RONY, H. R. — *Obesity and Leanness* — Philadelphia, 1940.
- (150) SARKISIAN, S. S. — *Naval Medical Bulletin*, **46**: 1207, 1946.
- (151) SCAMMON, R. E. — in *Morris' Human Anatomy* — Philadelphia, 1942.
- (152) SCHIRMER, O. — *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm.*, **89**: 263, 1921.
- (153) SCHLOERB, P. R., FRIIS-HANSEN, B. J., EDELMAN, I. S., SOLOMON, A. K., & MOORE, F. D. — *J. Clin. Invest.*, **29**: 1296, 1950.
- (154) SKERJL, B., BROZEK, J., & HUNT, E. E. — *Am. J. Phys. Anthr.*, **11**: 577, 1953.
- (155) SIMONNET, H. — *L'Alimentation Humaine* — Paris, 1951.
- (156) SIRI, W. E. — *Fed. Proc.*, **12**: 133, 1953.
- (157) SOBERMAN, R. — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **71**: 172, 1949.

- (158) SOBERMAN, R., BRODIE, B. B., LEVY, B. B., AXELROD, J., HOLLANDER, V., & STEELE, J. M. — *J. Biol. Chem.*, **179**: 31, 1949.
- (159) SPRAY, C. M., & WIDDOWSON, E. M. — *Brit. J. Nutr.*, **4**: 332, 1950.
- (160) STEELE, J. M., BERGER, E. Y., DUNNING, M. F., BRODIE, B. B., & KLEIN, E. — *Am. J. Phys.*, **162**: 313, 1950.
- (161) STEELE, J. M., BRODIE, B. B., MESSINGER, W. J., SOBERMAN, R. J., BERGER, E. Y., & GLADSTON, M. — *Tr. A. Am. Physicians*, **62**: 214, 1949.
- (162) STUART, H. C., & KUHLMANN, D. — *Journal of Pediatrics* (J. Ped.), **20**: 424, 1942.
- (163) TALBOT, N. B. — *Am. J. Dis. Child.*, **55**: 42, 1938.
- (164) TERHEDERBRUGGE, A. — *Arch. Path. Anat. Phys.*, **298**: 640, 1937.
- (165) TRÉMOLIÈRES, J. — «La nutrition appliquée à la Santé Publique», in (58): 1946.
- (166) — «Standards Caloriques. Bases Physiologiques», in (58): 1956.
- (167) VIERORDT, H. — *Daten und Tabellen für Mediciner und Ärzte* — Jena, 1880.
- (168) — *Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen zum gebrauch Mediciner* — Jena, 1906.
- (169) WALSER, M., & STEIN, S. N. — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **82**: 774, 1953.
- (170) WEDGWOOD, R. J., BASS, D. E., KLIMAS, J. A., KLEEMAN, C. R., & QUINN, M. — *J. Appl. Phys.*, **6**: 317, 1953.
- (171) WEDGWOOD, R. J., BRECKENRIDGE, & NEWMAN, R. W. — *Fed. Proc.*, **12**: 151, 1953.
- (172) WEDGWOOD, R. J., & NEWMAN, R. W. — *Am. J. Phys. Anthr.*, **11**: 260, 1953.
- (173) WEISBERG, H. F. — *Water, Electrolyte and Acid-Base Balance* — Baltimore, 1953.
- (174) WELHAM, W. C., & BEHNKE, A. R. — *J. A. M. A.*, **118**: 498, 1942.
- (175) WIDDOWSON, E. M., & McCANCE, R. A. — «The effect of undernutrition and of posture on the volume and composition of the body fluids. Studies of Undernutrition Wuppertal, 1946-9», *Med. Res. Conn., Sp. Rep. Ser.*, **275**: 165, 1951.
- (176) WIDDOWSON, E. M., McCANCE, R. A., & SPRAY, C. M. — *Clinical Science* (Cl. Sc.), **10**: 113, 1951.
- (177) WILMER, H. A. — *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **43**: 386, 1940.
- (178) WINKLER, A. W., ELKINTON, J. R., & EISENMAN, A. J. — *Am. J. Phys.*, **139**: 239, 1943.
- (179) YOUNG, J. B., PATTON, E. W., & KERN, R. — *Am. J. Pub. Health*, **33**: 58, 1943.

EMPRESA TIPOGRÁFICA CASA PORTUGUESA SUCESSORES, LIMITADA
RUA DAS GÁVEAS, 109 — TELEF. 27817-26108 — LISBOA

SEP24ZJH