

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
MÉDICAS:NEFROLOGIA

Mestrado e Doutorado

**ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SÓDIO EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES DE PORTO ALEGRE PELA EXCREÇÃO URINÁRIA E
PELO REGISTRO ALIMENTAR – COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS
MÉTODOS**

Dissertação de Mestrado

Autora: Elaine Terezinha Micheli

PORTO ALEGRE

2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
MÉDICAS:NEFROLOGIA

Mestrado e Doutorado

**ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SÓDIO EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES DE PORTO ALEGRE PELA EXCREÇÃO URINÁRIA E
PELO REGISTRO ALIMENTAR – COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS
MÉTODOS**

Autora: Elaine Terezinha Micheli

Dissertação de Mestrado apresentada como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ciências Médicas: Nefrologia

Orientador: Prof. Dr. Alberto Augusto Alves
Rosa

PORTO ALEGRE

2003

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos Rodolfo e Aline pelo estímulo, paciência, companheirismo e compreensão pela minha ausência.

AGRADECIMENTOS

- À minha família, pelo apoio e incentivo.
- A todos que, de alguma maneira, colaboraram na elaboração desta dissertação.
- Ao professor Alberto Augusto Alves Rosa, por ter acreditado e confiado na minha capacidade de realizar este trabalho, pelo estímulo e orientação.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Nefrologia.
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Nefrologia.
- Ao bioquímico Afonso Luís Barth, chefe da unidade de pesquisa biomédica, pelo auxílio no armazenamento do material.
- À bioquímica Joísa Lins Camargo, chefe da unidade de bioquímica, e a seus funcionários, pela colaboração na análise dos exames.
- Ao epidemiologista Mário B. Wagner, e a estaticista, Vânia Naomi Hirakata, pela ajuda na análise estatística do trabalho.
- Ao Grupo de Pós-Graduação e Pesquisa e ao Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIPE) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, pelo suporte financeiro e editorial.
- As colegas Valesca Dall’Alba, Denise Stein, Tatiana Maria Schena Caldas, Fernanda Miraglia, Renata Fossa de Barcelos, Abiane Aguiar

Coelho, Ana Maria Chacon, Paula Fernandes, Ângela Inês Corbelini que participaram ativamente no trabalho de campo, tornando possível este estudo.

- Aos acadêmicos de Medicina que contribuíram para a coleta dos dados, especialmente Juliana de Castro Dill e Maurício Bolze, pela conferência e tabulação dos dados.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	07
LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
INTRODUÇÃO	11
- Ingestão de sal e hipertensão arterial.....	11
- Coleta de urina em populações.....	15
- Estimativa da ingestão de sal por métodos dietéticos.....	19
REFERÊNCIAS	23
OBJETIVOS.....	29
ARTIGO EM PORTUGUÊS: <i>Estimativa da Ingestão de Sódio em Crianças e Adolescentes de Porto Alegre pela Excreção Urinária e Registro Alimentar – comparação entre os dois métodos</i>	30
RESUMO.....	31
INTRODUÇÃO	33
PACIENTES E MÉTODOS	34
- Amostragem	34

- Coleta de dados	35
- Análise dos dados	37
RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	44
ARTIGO EM INGLÊS: <i>Estimation of Sodium Intake by Urinary Excretion and Dietary Records in Children and Adolescents from Porto Alegre, Brazil: a comparison of two methods</i>	53
ABSTRACT.....	54
INTRODUCTION.....	55
PATIENTS E METHODS.....	56
- Sample.....	56
- Data collection.....	56
- Data analysis.....	58
RESULTS.....	59
DISCUSSION.....	59
REFERENCES.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS

Cr	- creatinina
DASH	- Dietary Approaches to Stop Hypertension
DP	- desvio padrão
g	- gramas
HAS	- hipertensão arterial sistêmica
LC	- limite de concordância
mEq	- miliequivalente
mg	- miligrama
mmHg	- milímetros de mercúrio
Na	- sódio
NaCl	- cloreto de sódio
PAD	- pressão arterial diastólica
PAS	- pressão arterial sistólica
SR	- sal-resistente
SS	- sal-sensível

- TOHP II - Trial of Hypertension Prevention – phase II
- TONE - Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly

LISTA DE TABELAS

Artigo em Português

Tabela 1. Características basais da amostra em estudo49

Artigo em Inglês

Table 1. Baseline characteristics of study sample.....69

LISTA DE FIGURAS

Artigo em Português

- Figura 1. Coeficiente de correlação entre a quantidade de sódio excretado na amostra de urina de 24 h e na amostra de urina noturna 50
- Figura 2. Diferença contra a média para sódio estimado por amostras urinárias de 24 h e noturna 51
- Figura 3. Diferença contra a média para sódio estimado pelo cálculo dos registos alimentares e pelas amostras de urina de 24 h 52

Artigo em Inglês

- Figure 1. Correlation coefficient between sodium excreted in 24-hour and overnight urine samples.....70
- Figure 2. Difference against averages of sodium estimated by 24-hour and overnight urine methods.....71
- Figure 3. Difference against averages of sodium estimated by dietary records and 24-hour urine samples.....72

INTRODUÇÃO

1. Ingestão de sal e hipertensão arterial

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma doença que afeta 10 a 20% da população adulta, sendo responsável por 6% das mortes em todo o mundo (1). Na população brasileira, sua prevalência situa-se entre 14 e 32%, variando conforme o estudo e a localidade pesquisada (2-5). Gus e col., em recente estudo transversal que investigou fatores de risco para doenças cardiovasculares, detectaram prevalência de 31,6% para HAS no Estado do Rio Grande do Sul, confirmando os resultados das observações anteriores (6).

A HAS parece ser uma doença multifatorial e poligênica, com tendência a interagir com o estilo de vida do indivíduo e com fatores demográficos como raça, sexo e idade (7-9).

Estudos epidemiológicos conduzidos nas últimas décadas têm demonstrado relação entre HAS e doenças cardiovasculares, caracterizando-a como um dos principais fatores de risco de morbimortalidade (9-13).

A relação entre ingestão de sal e pressão arterial tem sido objeto de estudos recentes (13-15). A ingestão de sal é considerada importante fator na regulação da pressão arterial, estando listada entre os possíveis determinantes da mesma (11, 16, 17). Entretanto, o efeito da ingestão de sal na pressão arterial varia entre os indivíduos –

enquanto alguns demonstram alterações após a ingestão de quantidades aumentadas ou diminuídas de cloreto de sódio (NaCl), outros não mostram tal variação. Esta heterogeneidade define dois grupos de hipertensos sal-sensíveis (SS) e sal-resistentes (SR) (18).

De la Sierra (19) diagnosticou, a nível ambulatorial, pacientes hipertensos sal-sensíveis em 45% da sua amostra, que foi composta por indivíduos adultos com idades entre 25 e 72 anos. Definiu o indivíduo como sal-sensível quando ocorria uma elevação significativa ($P < 0,05$) na média da pressão arterial de 24 h, ao variar de baixo para alto consumo de sal. Essas diferentes respostas da pressão arterial às alterações na ingestão de sal são também observadas em indivíduos normotensos (8).

Um estudo randomizado, duplo cego, realizado com 476 recém-nascidos investigou se diferentes níveis de ingestão de sódio na infância estariam associados com diferenças na pressão arterial, tardiamente (20). Para este propósito, 167 jovens da coorte inicial foram reavaliados após 15 anos. Na comparação com os recém-nascidos, a ingestão de sódio estava positivamente relacionada com a pressão arterial durante os seis primeiros meses de vida. A pressão arterial sistólica (PAS), no grupo que ingeriu baixa quantidade de sódio, era 2,1 mmHg menor do que no grupo controle. Após 15 anos, a pressão arterial sistólica foi ligeiramente menor no grupo de baixa ingestão de sódio, porém as diferenças não eram significativas. Após ajustes para sexo, peso, estatura, educação e história familiar, a PAS era 3,6 mmHg ($P = 0,02$) e a diastólica (PAD) 2,2 mmHg ($P = 0,08$) menores no grupo de baixa ingestão de sódio. Esses achados sugeriram ao autor que a ingestão de sódio na infância possa ser um determinante da pressão arterial durante a vida.

Em 1988, o Intersalt, estudo transversal realizado em população

de adultos pertencentes a 52 centros mundiais, reforçou as evidências que indicam associação positiva entre ingestão de sal e pressão arterial (21). Em quatro populações aculturadas, participantes deste estudo, uma baixa excreção de sódio na urina estava acompanhada de baixas cifras pressóricas e de pequena ou praticamente ausente elevação da pressão arterial com a idade. Excluindo esses centros, observou-se uma correlação fraca entre a excreção urinária de sódio e as pressões sistólica e diastólica, ajustadas para consumo de álcool e índice de massa corporal, mantendo-se a tendência de elevação com a idade.

Elliot (22), revisando os dados do Intersalt, avaliou a associação de ingestão salina com pressão arterial nas diferentes sociedades (inter-sociedades) e numa mesma comunidade (intra-sociedades). Na análise intra-sociedades, uma excreção urinária de sódio acima de 100 mEq durante 24 h estava associada com elevação da PAS e da PAD, sendo maior em indivíduos com idades entre 40 e 59 anos. Entre as comunidades, esta associação também estava presente. A diferença média estimada nas pressões sistólica e diastólica entre o subgrupo de pessoas com 55 anos e aquelas com 25 anos, foi de 11 mmHg e 6 mmHg, respectivamente ($P < 0,001$). Concluiu que a associação positiva ocorreu tanto intra como intersociedades, o que reforça as recomendações de redução de sal, tanto na prevenção como no controle da hipertensão arterial.

O TOHP II (Trials of Hypertension Prevention-Phase II) (23), estudo multicêntrico controlado, recrutou 2.382 indivíduos adultos com sobrepeso (definido como valores entre 110 e 165% do peso saudável) e com PAD entre 83 e 89 mmHg. Os participantes foram randomizados em três grupos de intervenção (perda de peso, redução de sódio alimentar e combinação dos dois) e um grupo controle, com acompanhamento mínimo de 36 e máximo de 48 meses. No

grupo com dieta hipossódica houve diminuição na excreção urinária de sódio em 50 mEq/dia aos 6 meses e em 40 mEq/dia aos 36 meses ($P < 0,01$). Após seis meses, quando comparado o grupo controle com o grupo de redução de sódio, a pressão arterial diminuiu 2,9/1,6 mmHg ($P < 0,001$) neste último. No seguimento, aos 36 meses, a diminuição neste grupo era menor, sendo significativa somente quanto a PAS (1,2 mmHg $P < 0,03$). Portanto, os participantes dos grupos com intervenção foram beneficiados com a redução de sódio dietético, principalmente nos seis primeiros meses. Deve-se notar que essa redução, embora significativa, foi pequena.

O estudo DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) (24), originalmente publicado em 1997, mostrou que uma dieta que consistia em frutas, vegetais, laticínios pobres em gorduras e redução da gordura total, provocava redução na pressão arterial de adultos. Para avaliar os efeitos dos diferentes níveis de ingestão de sal, também em adultos, Sacks e col. (25), conduziram um estudo multicêntrico e randomizado, comparando as conseqüências, sobre a pressão arterial, da ingestão de três diferentes níveis de sódio, na dieta típica americana e na proposta pelo estudo DASH. A combinação da DASH *diet* com a redução da ingestão de sódio abaixo de 100 mEq/dia, quando comparada com a dieta controle (sódio ≥ 150 mEq/dia), determinou diminuição da PAS em 7,1 mmHg ($P < 0,001$) nos participantes normotensos e em 11,5 mmHg ($P < 0,001$) nos hipertensos. Estes achados demonstraram que a combinação da DASH *diet* com a redução no consumo de sal tem um forte efeito anti-hipertensivo.

Os efeitos da redução na ingestão de sal no controle da HAS em indivíduos idosos, foi analisada durante o TONE (Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly) por Appel e col. (26). Participaram deste estudo 681 indivíduos, com idades entre 60 e 80 anos, que se sabiam hipertensos há treze anos, em média. Como

critérios de inclusão, a pressão arterial sistólica deveria ser inferior a 145 mmHg a diastólica menor do que 85 mmHg. Todos os participantes deveriam usar algum tipo de medicação anti-hipertensiva. Foram randomizados em dois grupos, um controle (sem restrição de sal) e outro cuja intervenção foi a redução de sal. Três meses após o início do estudo, a medicação foi retirada. Antes da suspensão do fármaco, a média da redução na PAS e na PAD, no grupo de intervenção, foi 4,3 mmHg ($P < 0,001$) e 2,0 mmHg ($P = 0,001$), respectivamente. Comparando os grupos, a média de excreção urinária de sódio foi 40 mEq/dia menor no grupo de intervenção ($P < 0,001$). Após 30 meses de seguimento, 36% do grupo de intervenção permanecia no estudo, sem elevação da pressão arterial, sem necessidade de retomar a medicação e sem qualquer evento cardiovascular, enquanto que isto ocorreu em apenas 21% do grupo controle. Entretanto, não foi demonstrada a significância dessas diferenças. Na análise isolada da pressão arterial, 43% dos participantes do grupo de intervenção e 27% do grupo controle permaneceu sem elevação da mesma - risco relativo de 0,67 (95%IC: 0,54 – 0,83; $P < 0,001$). Os resultados do TONE indicam que a redução de sódio pode controlar a pressão arterial em idosos, sendo uma terapia não farmacológica efetiva neste subgrupo de hipertensos.

Assim sendo, é de interesse geral a avaliação de um método para a estimativa do sódio ingerido, que reúna acurácia, precisão, eficiência e facilidade de aplicação em estudos de base populacional.

2. Coleta de urina em populações

O sódio é um nutriente que ocorre naturalmente nos alimentos. Entretanto, há variação substancial no seu consumo, devido ao preparo e processamento desses últimos. Existem muitos métodos para avaliar sua ingestão. A coleta de urina de 24 h é considerada mais confiável, entretanto é um método incômodo e trabalhoso, sendo difícil sua

aplicação em estudos epidemiológicos (27).

Vários experimentos foram realizados para avaliar a possibilidade da substituição da coleta de urina de 24 h na estimativa do sódio ingerido (27-39). Alguns investigadores examinaram a utilidade da coleta de urina noturna ou *overnight*. Tais amostras são mais fáceis de obter do que as de 24h. Relatos de correlações significativas entre os valores obtidos pela coleta de urina noturna e a de 24 h, têm encorajado pesquisadores a explorar sua validade como uma ferramenta de pesquisa em estudos de campo (28-33).

Tuomilehto (28) propôs o uso de amostras de urina noturna para medir o sódio ingerido, em indivíduos com redução de sal na dieta. Participaram deste estudo 136 indivíduos maiores de 18 anos, com pressão arterial diastólica entre 90 e 104 mmHg e sem uso de medicação. A coleta da urina ocorreu nos meses 0, 3, 6, 12 e 24, em dois períodos - noturno e restante do dia. A coleta dos dados e das amostras foi completa em 57 participantes. A média da excreção urinária de sódio entre os homens diminuiu durante os dois anos de seguimento, de 243 mEq para 177 mEq ($P < 0,01$), e, entre as mulheres, de 194 mEq para 153 mEq ($P < 0,01$). O coeficiente de correlação entre o sódio excretado em amostras de urina noturna e em amostras de urina de 24 h, variou de 0,8 ($P < 0,001$) a 0,49 ($P < 0,01$). Observou-se que este coeficiente varia com diferentes níveis de ingestão de sal. Assim sendo, para utilizar-se a urina noturna como preditor do sódio ingerido, o consumo de sal não pode sofrer flutuações, devendo manter-se constante, antes e durante a coleta.

Liu e col., (29, 30) em 1979, também investigaram a possibilidade de substituir a coleta de urina de 24 h pela noturna. O primeiro estudo envolveu 142 adultos, que coletaram urina em três períodos - manhã, tarde e noite - durante quatro dias. O coeficiente de correlação encontrado entre o sódio da amostra urinária de 24 h e o da amostra

noturna foi 0,72. Neste mesmo ano, recrutaram 73 crianças em idade escolar para participar da coleta de urina de 24 h durante sete dias, com o mesmo propósito do estudo anterior. Encontrou-se coeficiente de correlação de 0,73 entre as duas medidas. Segundo o autor, a precisão da estimativa do sódio ingerido, a partir de uma única amostra de urina noturna, é influenciada negativamente pela grande variação individual na ingestão de sal. Portanto, múltiplas coletas podem melhorar sua acurácia.

Luft e col. (31) compararam a excreção de sódio em amostras de urina noturna com as de urina de 24 h, em 12 homens da raça branca e 12 da raça negra, com idades entre 19 e 32 anos. Os participantes foram randomizados para receberem quantidades diárias controladas de sódio - 10, 200 e 400 mEq -, durante 7 dias. Esses níveis de sódio foram selecionados por refletir a variação da ingestão observada na população mundial. As refeições eram realizadas no centro de pesquisas e os indivíduos mantinham as demais atividades habituais. A dieta básica continha 10 mEq de sódio, 80 mEq de potássio, 400 mg de cálcio, 1200 mg de fósforo, 80 g de proteínas, 80 g de gorduras e 370 g de carboidratos. A ela eram adicionados 190 ou 390 mEq de sódio, sob forma de cloreto de sódio, para fornecer 200 ou 400 mEq de sódio, respectivamente. A excreção de sódio nas amostras de urina de 24 h e noturna mostrou correlação em todos os níveis de sódio ingerido ($r=0,86$ $P<0,001$). Após ingestão de cada regime por cinco dias ou mais, a excreção de sódio era relativamente constante, indicando que a homeostase é alcançada após este período. Os dados obtidos sugerem que amostras de urina noturna são úteis para avaliar a adesão do indivíduo à dieta com restrição de sal.

A viabilidade de usar-se a urina noturna como alternativa à urina de 24 h também foi estudada por Ogawa (32). Coletaram urina noturna e de 24 h de 16 indivíduos com idades entre 19 e 60 anos. A excreção

de sódio na urina de 24 h foi 168 mEq/dia. Para avaliar-se a excreção de vários constituintes da urina com volumes parciais, é necessário que aqueles sejam representativos da amostra de urina de 24 h. Utilizou-se, neste estudo, a razão sódio/creatinina (Na/Cr), pois a excreção de creatinina é considerada constante e proporcional à massa magra corporal. Assim, a razão de qualquer componente com a creatinina é adequada para corrigir diferenças individuais. A correlação entre a razão Na/Cr da urina noturna com a de 24 h foi 0,8 ($P < 0,01$).

He e col. (33) analisaram, em 63 chineses do sexo masculino, saudáveis e normotensos, com idades entre 19 e 55 anos, a excreção de sódio urinário em amostras de 24 h e em amostras noturnas. As amostras de urina foram coletadas durante três dias, divididos em dois períodos - 06 h a 22 h e 22 h a 06 h. O grupo de participantes era composto por indivíduos que habitavam tanto na zona urbana como na rural. A média da excreção urinária de sódio não foi significativamente diferente entre os dois grupos ($P = 0,41$). O coeficiente de correlação foi 0,84. Entretanto, segundo os autores, as coletas noturnas tendem a subestimar o correspondente à excreção diária do cátion. Concluíram que um número maior de coletas noturnas é necessário para alcançar o mesmo grau de acurácia da coleta de 24h.

Kawasaki e col. (34) testaram a utilidade de coletar amostras isoladas de urina para estimar a média da excreção urinária de sódio em 24h. Participaram deste estudo 242 japoneses com idades entre 20 e 63 anos. As amostras isoladas eram coletadas quatro horas após a primeira micção da manhã. A média da excreção de sódio em amostras de urina de 24 h foi 218 mEq. O coeficiente de correlação entre o sódio das amostras isoladas de urina e o das amostras de urina de 24 h foi 0,47 (no primeiro dia de coleta, com 242 participantes) e 0,62 (média dos três dias, com 117 indivíduos). Excluindo da amostra aqueles

casos que apresentaram coeficiente de variação da excreção urinária de creatinina acima de 20%, o coeficiente de correlação alcançou 0,73 (59 participantes). Esta correção se faz necessária porque, considerando que a excreção de creatinina deve ser estável com relação à variação intra-indivíduo, a existência de flutuações neste parâmetro significa erro na coleta. Neste trabalho, a determinação do sódio a partir de amostras urinárias isoladas foi considerada segura, desde que os *outliers* da excreção de creatinina fossem excluídos.

3. Estimativa da ingestão de sal por métodos dietéticos

Alguns pesquisadores (35-39) também têm estudado a possibilidade de estimar a ingestão de sódio por métodos dietéticos. Esta estimativa é baseada na coleta de dados sobre consumo alimentar do indivíduo, por entrevistas ou registros, sendo necessário utilizar uma tabela de composição química dos alimentos que contenha os teores de sódio intrínseco nos mesmos.

Schachter e col. (35) compararam a ingestão de sódio dietético com a excreção urinária de 24 h, através de estudo transversal, em nove adultos motivados por este assunto (estudantes de Nutrição e membros do grupo de pesquisa). Coletaram dados sobre a ingestão alimentar, através da duplicação das porções (armazenamento de porções iguais aos alimentos ingeridos), registro alimentar e amostras de urina de 24 h coletadas durante três dias consecutivos. Cada participante recebeu três pacotes de sal contendo 15 g cada, para uso diário na alimentação. As quantidades de sódio variaram de 76 a 153 mEq nas amostras urinárias, 80 a 163 mEq na duplicação das porções e 83 a 143 mEq nos registros alimentares. As médias foram, respectivamente, 116,6 mEq, 118,9 mEq e 103,4 mEq, e quando comparadas, observaram que a do registro alimentar foi 13 mEq (11%) menor do que a estimada pela excreção urinária. A média da porção duplicada foi 2 mEq (2%) maior do que a da excreção urinária.

No estudo de delineamento transversal de Pietinen (36), a utilidade dos registros alimentares na determinação do sódio ingerido foi avaliada em 102 indivíduos com idades entre 24 e 64 anos. Foram analisados os registros alimentares de quatro dias consecutivos e amostras de urina de 24 h obtidas durante três dias, com início da coleta no segundo dia. O cálculo do sódio consumido foi baseado no teor intrínseco e extrínseco dos alimentos. A média do sódio ingerido, avaliado pelos registros alimentares em 24 h, foi 210 mEq para homens e 148 mEq para mulheres. A média da excreção urinária de 24 h foi 184 mEq e 138 mEq, respectivamente. Portanto, houve diferenças significativas ($P < 0,001$) entre as estimativas de ingestão e excreção urinária de sódio para ambos os sexos. Por outro lado, o coeficiente de correlação entre a média do sódio ingerido durante os quatro dias e a média da excreção urinária de 24 h durante os três dias foi 0,61 ($P < 0,001$). Neste estudo, a excreção de sódio foi 93% da calculada pelos registros alimentares.

Caggiula e col. (37), também empregando delineamento transversal, compararam registros alimentares de 1 e 6 dias, entre si e com amostras de urina de 24 h, para estimar a ingestão de sódio. Participaram desta pesquisa apenas os 55 indivíduos que completaram a coleta dos dados. A média do sódio ingerido no 1º, 2º e 3º dias, calculado a partir dos registros alimentares, obteve um coeficiente de correlação com a média dos seis dias que variou entre 0,81 e 0,93. A média da excreção urinária de sódio foi 149,4 mEq. Os coeficientes de correlação do sódio urinário com o estimado para 1, 2, 3, e 6 dias pelos registros alimentares variaram de 0,53 a 0,61 ($P < 0,05$). Neste trabalho, as médias obtidas em 1 e 2 dias de registros alimentares apresentaram correlações no mesmo nível que a média obtida a partir dos 6 dias. O registro alimentar de um dia, coletado no mesmo dia da urina de 24 h, forneceu uma boa estimativa da ingestão de sódio de uma população. Porém, para caracterizar a estimativa individual, são necessários

múltiplos dias de registro alimentar, devido à alta variabilidade na ingestão do sódio.

Dubbert e col. (38) conduziram estudo transversal que teve como objetivo avaliar a relação entre o sódio estimado através de registros alimentares e a concentração do sódio em amostras de urina noturna. Participaram 27 voluntários normotensos, que registraram o consumo alimentar durante cinco dias e coletaram urina noturna nos últimos três. Demonstrou-se que os valores do eletrólito, obtidos durante três dias pela análise dos registros alimentares e por amostras de urina noturna, resultaram em correlação moderada ($r=0,55$) e significativa ($P=0,004$) entre os dois métodos. O coeficiente de correlação entre as médias de dois dias de registro alimentar com a média da excreção urinária era menor em magnitude ($r=0,36$ $P=0,07$). O coeficiente de correlação entre a média de um dia e a média da excreção urinária não alcançou níveis de significância ($r=0,29$ $P=0,15$).

Mais recentemente, Espeland e col. (39) analisaram os dados de 341 participantes do grupo controle do TONE, um estudo de coorte controlado, com seguimento de agosto de 1992 a dezembro de 1995. Exploraram as diferenças nos resultados obtidos entre as médias de sódio calculadas pelo recordatório alimentar e pela coleta de urina de 24 h. De acordo com o protocolo deste estudo, o recordatório alimentar era aplicado duas vezes antes da randomização e aos 9, 12, 18, 30 e 36 meses. A coleta de urina ocorreu nos mesmos períodos, sendo dividida em diurna e noturna. Durante todo o seguimento, foram realizadas 1.326 visitas completas, todas com recordatório alimentar e coleta de urina. Houve uma pequena mudança na média das medidas através do tempo ($P=0,01$ para o sódio dietético e $P<0,001$ para o sódio urinário). O coeficiente de correlação entre as medidas de sódio dietético e urinário foi 0,3. A média de ingestão de sódio, estimada a partir das amostras de urina de 24 h, foi 141,7 mEq. A média estimada

de sódio ingerido em 24 h foi 29 mEq (22%) menor que a média baseada nas amostras urinárias.

Numa visão conjunta dos trabalhos comentados, pode-se concluir que não se encontrou ainda o melhor método para estimar o sódio ingerido de maneira prática, econômica e confiável.

REFERÊNCIAS

1. Pardell H, Armario P, Hernández R. Pathogénie et épidémiologie de l'hypertension artérielle. *Drugs* 1998;56:1-9.
2. Fuchs FD, Moreira LB, Moraes RS, Bredemeier M, Cardoso SC. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica e fatores associados na região urbana de Porto Alegre. *Arq Bras Cardiol* 1994;63:473-9.
3. Piccini RX, Victora CG. Hipertensão arterial sistêmica em área urbana no sul do Brasil: prevalência e fatores de risco. *Rev. Saúde Pública* 1994;28:261-7.
4. Trindade IS, Heineck G, Machado JR, Ayzemberg H, Formighieri M, Crestani M, et al. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica na população urbana de Passo Fundo (RS). *Arq Bras Cardiol* 1998;71:127-30.
5. Freitas OC, Carvalho FR, Neves JM, Veludo PK, Parreira RS, Gonçalves RM, et al. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica na população urbana de Catanduva, SP. *Arq Bras Cardiol* 2001;77:9-15.
6. Gus I, Fischmann A, Medina C. Prevalence of risk factors for coronary artery disease in the Brazilian State of Rio Grande do Sul. *Arq Bras Cardiol* 2002;78 (5):484-90.

7. Moraes RS, Fuchs FD, Dalla Costa F, Moreira LB. Familial predisposition to hypertension and the association between urinary sodium excretion and blood pressure in a population-based sample of young adults. *Braz J Med Biol Res* 2000; 33(7):799-803.
8. Weinberger MH. Salt sensitivity of blood pressure in humans. *Hypertension* 1996;27:481-90.
9. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (VI JOINT). *Arch Intern Med* 1997;157:2413-46.
10. Law MR, Frost CD, Wald NJ. III-Analysis of data from trials of salt reduction. *BMJ* 1991;302:819-24.
11. Cutler JA, Follmann D, Allender OS. Randomized trials of sodium reduction: an overview. *Am J Clin Nutr* 1997;65 (suppl):643S-651S.
12. Van den Hoogen PC, Feskens EJ, Nagelkerke NJ, Menotti A, Nissinen A, Kromhout D. The relation between blood pressure and mortality due to coronary heart disease among men in different parts of the world. *N Engl J Med* 2000;342:1-8.
13. Benetos A, Frédérique T, Kathryn B, Gautier S, Smulyan H, Guize, L. Prognostic value of systolic and diastolic blood pressure in treated hypertensive men. *Arch Intern Med* 2002; 162:577-81.
14. Vollmer WM, Sacks FM, Svetkey LP. New insights into the effects on blood pressure of diet low in salt and high in fruits and vegetables and low-fat dairy products. *Curr Control Trials Cardiovasc Med* 2001;2:71-4.

15. Moore TJ, Conlim PL, Ard J, Svetkey LP. DASH (Approaches to Stop Hypertension) diet is effective treatment for stage 1 isolated systolic hypertension. *Hypertension* 2001;38:155-9.
16. Szklo M. Determination of blood pressure in children. *Clin and Exper. – Theory and Practice* 1986;A8:479-93.
17. Rosa AA, Pinto Ribeiro J. Hipertensão arterial na infância e na adolescência: fatores determinantes. *Jornal de Pediatria* 1999;75 (2):75-82.
18. Cowley AW. Genetic and nongenetic determinants of salt sensitivity and blood pressure. *Am J Clin Nutr* 1997; 65(suppl):587S-593S.
19. De la Sierra A, Mar Lluc M, Coca A, Aguilera MT, Sánchez M, Sierra C, et al. Assessment of salt sensitivity in essential hypertension by 24 h ambulatory blood pressure monitoring. *Am J Hypertens* 1995;8:970-7.
20. Geleijnse JM, Hofman A, Witteman JCM, Hazebroek AAJM, Valkenburg HA, Grobbee DE. Long-term effects of neonatal sodium restriction on blood pressure. *Hypertension* 1997; 29:913-7.
21. Carvalho JJM, Baruzzi RG, Howard PF, Poulter N, Alpers MP, Franco LJ, et al. Blood pressure in four remote populations in the Intersalt study. *Hypertension* 1989;14:238-46.
22. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. *BMJ* 1996;312:1249-53.
23. The Trials of Hypertension Prevention, Phase II. Effects of weight

loss and sodium reduction intervention on blood pressure and hypertension incidence in overweight people with high-normal blood pressure. *Arch Intern Med* 1997;157:657-67.

24. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial on the effects of dietary patterns on blood pressure. *N Engl J Med* 1997;336:1117-24.
25. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. *N Engl J Med* 2001;344:3-10.
26. Appel LJ, Espeland MA, Easter L, Wilson AC, Folmar S, Lacy CR. Effects of reduced sodium intake on hypertension control in older individuals. *Arch Intern Med* 2001;161:685-93.
27. Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakagawa H, Hashimoto T. A simple method to estimate populational 24 h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertension* 2002; 16:97-103.
28. Tuomilehto J, Tanskanen A, Pietinen P. Value of overnight urines in the follow-up of people with borderline hypertensive trying to reduce their salt intake. *Acta Cardiologica* 1985;3:325-38.
29. Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J. Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake? *Hypertension* 1979;1:529-36.
30. Liu K, Cooper RS, Soltero I, Stamler J. Variability in 24-hour urine sodium excretion in children. *Hypertension* 1979;1:631-36.
31. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS. Overnight urine collections to

- estimate sodium intake. *Hypertension* 1982;4:494-8.
32. Ogawa M. Feasibility of overnight urine for assessing dietary intakes of sodium, potassium, protein and sulfur amino acids in field studies. *Jpn Circ J* 1986;50:595-600.
 33. He J, Klang MJ, Whelton PK, Chen J, Mo J, Qian M, et al. Agreement between overnight and 24-hour urinary cation excretions in southern chinese men. *Am J Epidemiol* 1993; 137:1212-20.
 34. Kawasaki T, Ueno M, Uezono K, Kawazoe N, Nakamuta S, Ueda K, et al. Average urinary excretion of sodium in 24 hours can be estimated from a spot-urine specimen. *Jpn Circ J* 1982;46:948-53.
 35. Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, Diven WF. Comparison of sodium and potassium intake with excretion. *Hypertension* 1980;2:695-9.
 36. Pietinen P. Estimating sodium intake from food consumption data. *Ann Nutr Metab* 1982;26:90-9.
 37. Caggiula AW, Wing RR, Nowalk MP, Milas NC, Lee S, Langford H. The measurement of sodium and potassium intake. *Am J Clin Nutr* 1985;42:391-8.
 38. Dubbert PM, Rowland AK, Maury P, Liggett MV, Terre L, Krug L. Estimation of sodium intake by analyzing food records with augmented nutrition software and by overnight urine collections. *J Am Diet Assoc* 1992;92:87-9.
 39. Espeland MA, Kumanyika S, Wilson AC, Reboussin DM, Easter L, Self M, et al. Statistical issues in analyzing 24-hour dietary recall and 24-hour urine collection data for sodium and

potassium intakes. *Am J Epidemiol* 2001;153:996-1006.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a utilidade do registro alimentar como instrumento na determinação do sódio ingerido, numa amostra de crianças e adolescentes de Porto Alegre.

Objetivo específico

Comparar os valores da ingestão de sódio, estimada pelo registro alimentar, com aquela estimada pela excreção urinária de sódio numa amostra de crianças e adolescentes de Porto Alegre.

ARTIGO - ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SÓDIO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE PORTO ALEGRE PELA EXCREÇÃO URINÁRIA E REGISTRO ALIMENTAR - COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS MÉTODOS

Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas: Nefrologia,
Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Hospital de Clínicas de Porto Alegre. RS. Brasil.

Este estudo foi financiado pelo Fundo de Incentivo a Pesquisas e Eventos (FIPE) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) e aprovada pela Comissão de Ética e pela Comissão Científica do Grupo de Pesquisa e Pós Graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, sob o número GPPG-00035.

Autor para correspondência:

Alberto Augusto Alves Rosa

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Serviço de Medicina Interna

Rua Ramiro Barcelos, 2350, sala 170 - 90035-003

Porto Alegre, RS – Brasil

Fone: (51) 99695923

Fax: (51) 33168123

e-mail: aarosa@hcpa.ufrgs.br

ESTIMATIVA DA INGESTÃO DE SÓDIO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE PORTO ALEGRE PELA EXCREÇÃO URINÁRIA E PELO REGISTRO ALIMENTAR - COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS MÉTODOS

Elaine Terezinha Micheli¹

Alberto Augusto Alves Rosa²

Resumo

Estudo transversal de base populacional, conduzido na cidade de Porto Alegre, com o objetivo de avaliar a utilidade do registro alimentar de 24 horas na determinação do sódio ingerido. Foram incluídas 188 crianças e adolescentes com idades entre 6 e 18 anos. Em todos, foi realizada coleta de urina noturna e, em 16% desta amostra, também foi coletada amostra de urina de 24 h. O consumo diário de sódio variou de 8,5 a 10 g. A média do sódio excretado na urina de 24 h foi 83% da ingestão média calculada pelo registro alimentar. O coeficiente de correlação de Pearson entre os dois métodos de dosagem do sódio urinário foi $r=0,71$ ($P<0,001$). Quando esses dados foram analisados quanto a concordância, pelo método de Bland e Altman, os limites de concordância de 95% demonstraram ampla variação, evidenciando diferenças entre os dois métodos. Da mesma forma, não houve boa

¹ Nutricionista

² Professor Adjunto Doutor do Departamento de Medicina Interna e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Nefrologia, Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

concordância entre a dosagem de sódio urinário e a ingestão calculada por meio de registro alimentar. A estimativa do sódio ingerido através do registro alimentar foi inacurada em relação às coletas de urina. É enfatizado que o coeficiente de correlação de Pearson não é adequado para avaliar a concordância entre dois métodos, sendo preferível utilizar-se o método de Bland e Altman.

Palavras chave: ingestão de sódio, registro alimentar, excreção urinária, crianças, adolescentes, Bland e Altman.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica é um importante fator de risco para doenças cardiovasculares (1). Sua prevalência no Rio Grande do Sul situa-se em torno de 32% da população adulta (2).

Considerada uma doença multifatorial, seu potencial genético pode ser modificado por fatores ambientais e comportamentais (3). A composição da dieta, especificamente o teor de sódio, pode interferir na pressão arterial (4-6). No entanto, a intensidade da elevação pressórica em resposta à ingestão excessiva de sal é variável. Esta resposta frente à variação do conteúdo de sal da dieta identifica o grau de sensibilidade dos indivíduos (7, 8) Embora o papel do sódio dietético na etiologia da hipertensão mantenha-se controverso, a redução na ingestão para prevenção primária da doença tem recebido considerável atenção (9, 10).

Uma das dificuldades em estabelecer a clara relação entre sal e pressão arterial é a limitação de métodos confiáveis para medir o sódio ingerido, principalmente em estudos populacionais. As medidas da excreção urinária de 24 h são as mais utilizadas, porém, sob o ponto de vista econômico, têm um custo elevado, além de serem incômodas e trabalhosas, dificultando a coleta completa.

No decorrer dos anos, vários estudos foram conduzidos na tentativa de encontrar um método confiável para determinação do sódio dietético em substituição à coleta de urina de 24 h, a maioria deles

centrando as investigações em populações adultas (11-23).

A coleta de urina noturna foi examinada como um método alternativo na determinação do sódio ingerido. Alguns estudos estabeleceram uma boa correlação com a urina de 24 h e, segundo os autores, a coleção noturna pode ser empregada em pesquisas populacionais (11, 13, 15, 16).

Métodos de avaliação dietética também foram estudados com o propósito de determinar se as medidas de sódio, a partir dos registros alimentares, reproduzem os valores de sódio excretado na urina (17-23).

Este estudo tem como objetivo comparar a estimativa da ingestão de sódio medida pelo registro alimentar com aquela medida pela excreção urinária, em crianças e adolescentes de Porto Alegre.

PACIENTES E MÉTODOS

Estudo observacional de base populacional, com delineamento transversal, conduzido na cidade de Porto Alegre. É uma subamostra de projeto de pesquisa em andamento - *Pressão arterial na população infantil e adolescente de Porto Alegre: distribuição dos valores médios, associação com fatores determinantes e prevalência da hipertensão arterial sistêmica* (GPPG/HCPA - nº 98206).

Amostragem

Através do processo de amostragem aleatória proporcional por estágios múltiplos e conglomerados, foram selecionados domicílios da região urbana de Porto Alegre. Foi utilizada a base amostral de um estudo realizado com adultos (24), onde foram empregados os dados do IBGE relativos ao censo de 1991.

Os critérios de inclusão dos entrevistados foram idade entre 6

anos completos e 18 anos incompletos e residência no domicílio sorteado (dormir, pelo menos, 4 noites da semana no local). Em caso de recusa, o entrevistador fazia três tentativas adicionais e, persistindo a negativa, o caso era registrado como perda.

Dos 513 domicílios selecionados no projeto original, foram efetivamente entrevistados os residentes de 494 domicílios (96,3%), totalizando 716 indivíduos na amostra original (média de 1,45 participantes por domicílio). O número de participantes analisados neste estudo ficou condicionado a 25% dos domicílios de cada setor censitário, ou seja, 128 domicílios, totalizando 190 indivíduos. Portanto, não foi necessário calcular um tamanho de amostra formal. Para as análises específicas, foram incluídos apenas os entrevistados com a correta coleta de urina e o completo preenchimento do registro alimentar.

Coleta de dados

Este estudo foi conduzido na cidade de Porto Alegre, no período de janeiro/2000 a outubro/2001. A coleta de dados foi realizada por acadêmicos dos cursos de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Nutrição da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) e do Instituto Metodista de Educação e Cultura (IMEC), previamente treinados para os procedimentos necessários à execução deste estudo.

Antes de iniciar o trabalho de campo, enviou-se correspondência a todos os domicílios sorteados, com uma breve informação sobre o projeto. Os dados foram coletados em visita domiciliar. Os pais ou responsáveis preencheram o termo de consentimento informado, após o esclarecimento sobre a coleta de dados. Foi garantido sigilo aos entrevistados.

Instruções detalhadas do método de coleta da urina e do

preenchimento do inquérito alimentar foram anexados ao material de coleta. Cada participante ou seu responsável era, também, verbalmente instruído pelo coletor, até sua perfeita compreensão.

O inquérito alimentar foi preenchido no dia da coleta de urina. Foi solicitado ao participante que não alterasse o seu hábito alimentar e foi-lhe dado um pacote contendo 20 g de sal para uso naquele dia. A diferença entre o conteúdo original e a sobra de sal era adicionada ao teor intrínseco de sódio da dieta, para calcular a quantidade de sal ingerido. Os questionários recolhidos eram revisados pela autora e, em caso de erro, entrava-se em contato com o participante para corrigi-los.

Para calcular a composição química dos inquéritos, foi utilizado o Programa de Apoio à Nutrição, versão 2.5^a, da Escola Paulista de Medicina (DIS/UNIFESP). Se o teor de sódio de um algum tipo de alimento não fosse disponível no programa, era solicitado ao fabricante um laudo analítico. Não havendo resposta, os alimentos eram enviados para um laboratório de análise química e analisados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica, precedida de extração seletiva (25).

A amostra de urina noturna era coletada na manhã seguinte ao preenchimento do inquérito. O indivíduo deveria esvaziar a bexiga antes de dormir, anotar o horário, e coletar toda a micção, ao acordar, no frasco plástico fornecido, registrando novamente o horário. O volume total de urina era medido pelo coletor que, após homogeneizá-la, salvava duas amostras em tubos de ensaio.

A coleta da amostra da urina de 24 h iniciava após a primeira micção da manhã, no dia do preenchimento do inquérito. Após a retirada das amostras da urina noturna, este volume era adicionado ao restante coletado no dia anterior, novamente homogeneizado e daí retirada outra amostra.

A análise bioquímica do sódio urinário foi realizada pelo método do Eletrodo Íon-seletivo (ISE) (26). A creatinina urinária foi medida pelo método da reação de Jaffé sem desproteínização (26). Para ambas as análises foi utilizado o autocatalizador ADVIA 1650-Bayer®.

Análise dos dados

A apresentação da amostra foi descritiva, na forma de tabelas, com média, desvio padrão e frequência. Para medir a força da relação entre as variáveis, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson. A significância das diferenças entre as médias foi avaliada pelo teste *t* de Student. A comparação entre as medidas de sódio urinário e dietético seguiu o método proposto por Bland e Altman (27, 28) com estimativa da diferença média e seu limite de concordância de 95% (LC 95%). O nível de significância adotado foi 5% ($\alpha=0,05$). A análise dos dados foi realizada pelo programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences, versão 10.0 (SPSS Inc, Chicago, IL).

RESULTADOS

Do total de 190 indivíduos houve duas perdas (1%), devido ao uso inadequado do sal fornecido. Trinta e um (16,5%) dos 188 participantes da amostra final coletaram também urina de 24 h. Suas características básicas estão demonstradas na tabela 1. A média de idade foi 11,6 anos, o peso médio foi 44,1 kg e a altura média foi 148 cm. Na amostra estudada, 52,1% pertenciam ao sexo masculino. A média da estimativa do consumo de sódio a partir do registro alimentar (n=188) foi 176,9 mEq/dia e a da excreção urinária de 24 h (n=31) foi 145,9 mEq/dia ou 161,9 mEq/L. Estes valores correspondem a 10g e 8,5g de NaCl/dia, respectivamente. A excreção de sódio na amostra de urina de 24 h foi, na média, 83% da ingestão diária de sódio calculada pela tabela de composição.

Em trinta e um indivíduos, coletou-se amostra de urina 24 h para

avaliar a correlação existente com a medida na amostra urinária noturna (Fig 1). A excreção urinária de 24 h e a noturna apresentaram forte correlação ($r=0,71$ $P< 0,001$).

O coeficiente de correlação entre a excreção de sódio obtida através de amostra de urina de 24 h e sua ingestão estimada a partir da tabela de composição química dos registros alimentares, foi $r = - 0,4$ ($P<0,05$); e entre a excreção de sódio nas amostras de urina noturna e sua ingestão calculada pelos registros alimentares foi $r = 0,09$ ($P=0,175$).

A figura 2 mostra os limites de concordância de 95% (LC 95%) entre os dois métodos de coleta das amostras urinárias, conforme demonstrado no gráfico de Bland e Altman. A variação do LC 95% foi de 89,1 a - 95,7 mEq de Na, evidenciando má concordância entre os dois métodos.

Na figura 3 observamos a comparação da estimativa da excreção de sódio, medida na amostra de urina de 24 h, com a estimativa de sua ingestão diária a partir da tabela de composição química dos registros alimentares. A diferença entre os dois métodos contra suas médias, avaliada pela técnica de Bland e Altman, demonstra também baixa concordância, tendo o LC 95% variado entre 313 e - 223 mEq de sódio.

DISCUSSÃO

A restrição na ingestão de sal é freqüentemente prescrita para pessoas com pressão arterial elevada. Estudos recentes têm demonstrado a utilidade desta estratégia no controle da pressão arterial em pacientes hipertensos, particularmente os sal-sensíveis (7, 8). A metodologia disponível para determinar a ingestão de sódio é o maior obstáculo na avaliação dos efeitos de um alto consumo e de sua restrição sobre a pressão arterial e a HAS. Devido à dificuldade prática em obter a medida de sódio ingerido, a aderência a esta prescrição

raramente é monitorada.

O sódio pode ser excretado em grande quantidade pelo trato gastrointestinal, em situações de diarreia e vômitos, e também através da pele, quando o suor é excessivo. Em condições normais, o rim é a sua principal rota de eliminação (17, 29). Por este motivo, têm-se utilizado a coleta de amostra de urina de 24 horas para estimar a ingestão de sódio em indivíduos e populações. Em nosso estudo, foi solicitado aos participantes que mantivessem sua rotina diária em relação à atividade física e à alimentação, no período da coleta da urina e do registro alimentar. Com isto, procurou-se evitar oscilações nas quantidades de sódio ingerido, tornando sua excreção constante e representativa do consumo (14, 22). Devido ao retardo fisiológico na excreção de sódio pelo organismo (18), optou-se por iniciar o registro alimentar um dia antes da coleta da urina noturna.

A coleta de amostra de urina de 24 h é freqüentemente utilizada para estimar o sódio dietético. Este método tem duas grandes desvantagens para uso em grupos populacionais - a dificuldade na coleta e o comprometimento do indivíduo em executá-la corretamente. A primeira observa-se principalmente nas pessoas que passam parte do dia fora de casa, algumas preferindo fazer esta coleta no fim de semana. Esta prática, no entanto, pode levar a vieses, pois a atividade física e a alimentação nos finais de semana podem ser diferentes do hábito semanal. Com relação à segunda, podem surgir vieses se a coleta não for completa, e o esquecimento pode ser um fator importante, comprometendo o resultado da medida.

Como a amostra de urina noturna é facilmente obtida, vários pesquisadores investigaram a sua utilidade na estimativa do sódio ingerido, encontrando uma boa correlação entre a excreção de sódio em urina noturna e a de amostra de urina de 24 h. Alguns estudos (11-21) utilizaram o coeficiente de correlação de Pearson entre dois m

métodos de medida como um indicador de concordância. Este coeficiente, entretanto, mede somente a força da relação entre as duas variáveis (associação) e não a concordância entre elas. Mesmo medidas não concordantes podem atingir graus moderados ou mesmo intensos de correlação. Deste modo, o uso do coeficiente de correlação é inadequado para o estudo do grau de concordância entre diferentes métodos de medida.

Bland e Altman (27) em 1986, propuseram uma análise estatística alternativa baseada nas diferenças entre as medidas no mesmo indivíduo, obtidas por dois diferentes métodos. A média das diferenças (representada nas figuras pela linha preta contínua) seria o erro estimado, enquanto a diferença sistemática entre os métodos e o desvio padrão destas diferenças mediria as oscilações em torno da média. Os autores recomendam o limite de concordância de 95%, acrescentando à média das diferenças mais ou menos 1,96 DP. Se essas diferenças apresentarem uma distribuição normal, 95% delas encontrar-se-ão entre esses limites. A concordância será perfeita quando os pontos traçados no gráfico se estenderem ao longo da linha de igualdade, porém, quando estes pontos apresentarem uma grande dispersão, identifica-se uma considerável falta de concordância entre as medidas, significando que um método não concorda com o outro.

No presente trabalho foi coletado urina de 24 h em trinta e um indivíduos, para comparar a excreção de sódio com as amostras de urina noturna. Nossos resultados corroboram as prévias observações, visto que também alcançamos uma boa correlação ($r=0,71$ $P<0,01$) entre as diferentes excreções urinárias de sódio. Na figura 1 os pontos tendem a se agrupar ao longo da linha de regressão, mostrando uma forte correlação entre as medidas, não significando, entretanto, que elas concordem. Quando analisamos a concordância das medidas pelo método proposto por Bland e Altman, observamos um aumento na

dispersão dos pontos e uma inclinação negativa na linha de regressão (Fig 2). À medida que a média dos dois métodos aumenta, há um incremento na dispersão dos dados e, portanto, na diferença entre os dois. O LC 95% sofre uma grande variação, demonstrando disparidade entre os valores obtidos pelos dois métodos e o grau de concordância entre eles. Em nosso estudo, apesar da boa correlação, a análise de Bland e Altman mostra consideráveis discordâncias, sugerindo não ser aceitável substituir um método pelo outro.

Também tem sido descrita em alguns estudos a necessidade de obter-se um número elevado de amostras de urina (11, 16). Coletas seqüenciais de urina de 24 h são extremamente trabalhosas e a aplicação desta técnica para um grande número de pessoas não é prática, tornando difícil a adesão dos participantes, principalmente quando estes vivem na sua comunidade. Neste trabalho, uma amostra única de urina foi utilizada, pela sua facilidade de obtenção num estudo de base populacional.

O registro alimentar tem suas limitações para estimar a ingestão individual de sódio, devido à variação no consumo alimentar, à dificuldade em documentar detalhadamente os alimentos ingeridos, às anotações errôneas das porções, à variedade na composição dos alimentos industrializados, e à variação no empenho da pessoa responsável pelo correto preenchimento. Um dia de registro alimentar, realizado no mesmo dia da coleta de urina, pode fornecer uma boa estimativa da média ingerida por um grupo (14, 16). Um número adicional de registros alimentares pode não melhorar a precisão da medida, quando se trata de grupo. Entretanto, para estimar a ingestão individual, múltiplos dias de registro são necessários e o número de dias dependerá do coeficiente de variabilidade da ingestão do sódio (19).

A estimativa da ingestão de sódio foi de 8,5 a 10 g/dia, estando

em concordância com publicações anteriores, que indicam alto consumo de sódio pela população ocidental (1, 30, 31). A nossa média, estimada pela excreção urinária, foi 83% da observada pelos registros alimentares. Isto talvez tenha ocorrido pela possibilidade das pessoas superestimarem seu consumo alimentar e, também, o maior ou menor detalhamento dos questionários. Foi solicitado aos participantes que especificassem a marca, o tipo e a quantidade do alimento ingerido, mas nem todos o fizeram. Além disto, não foi possível obter, dos fabricantes, a análise química de todos os alimentos listados. Trabalhamos, então, com a média da tabela de composição química dos alimentos (32) e com a análise laboratorial que executamos.

Em nosso estudo, o coeficiente de correlação de Pearson entre a ingestão de sódio calculada pelo registro alimentar e a excreção urinária de 24 h, obteve uma correlação inversa e fraca. No gráfico de dispersão dos pontos, que mostra a diferença contra a média do registro alimentar e da amostra de urina de 24 h (Fig 3), observamos que cerca de 95% dos pontos estão entre os limites de concordância, mas que as diferenças aumentam com a magnitude da medida e quanto maiores os valores de sódio, maior a possibilidade de erro. Como pode ser visualizado, existe uma variação de 313 a -223 mEq nos valores do sódio. Logo, parece razoável afirmar que esta grande variação dificulta a concordância das medidas e impede a substituição de um método pelo outro.

O grau do coeficiente de correlação entre o sódio calculado pelo registro alimentar e sua excreção noturna foi praticamente nulo. Logo, a determinação de sódio por estes dois métodos não apresentou correlação.

Portanto, o coeficiente de correlação de Pearson, quando utilizado para análise da comparação dos métodos de medida, é empregado erroneamente, pois mede apenas a associação entre as variáveis. Para

avaliar a concordância entre dois métodos, o mais adequado é utilizar-se a análise proposta por Bland e Altman (27, 28), que facilita a visualização das diferenças entre os mesmos. Com os resultados do nosso estudo, concluímos que nenhum dos métodos estudados pode substituir a coleta de urina de 24 h para a estimativa do sódio ingerido. O registro alimentar não é adequado para estimar a ingestão usual de sódio em crianças e adolescentes, devido às variações individuais de consumo, ao preenchimento dos instrumentos utilizados para a coleta dos dados, e à falta de disponibilidade das informações dos fabricantes em relação ao conteúdo de sódio em seus produtos. No entanto, estas conclusões não podem ser extrapoladas para outros nutrientes. Mais estudos serão necessários para obter-se outro método eficaz e efetivo na determinação da ingestão do sódio.

REFERÊNCIAS

1. 1999 World Health Organization-International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. Guidelines Subcommittee. *J Hypertens* 1999;17(2):151-83.
2. Gus I, Fischmann A, Medina C. Prevalence of risk factors for coronary artery disease in the Brazilian State of Rio Grande do Sul. *Arq Bras Cardiol* 2002;78(5):484-90.
3. Julier C, Delépine M, Keavney B, Terwilliger J, Davis S, Weeks DE, et al. Genetic susceptibility for human familial essential hypertension in a region of homology with blood pressure linkage on rat chromosome 10. *Hum Mol Genet* 1997; 12:2077-85.
4. Cappuccio FP, Markandu ND, Carney C, Sagnella GA, MacGregor GA. Double-blind randomized trial of modest salt restriction in older people. *Lancet* 1997;350:850-4.
5. Milan A, Mulatero P, Rabbia F, Veglio F. Salt intake and hypertension therapy. *J Nephrol* 2002;15:1-6.
6. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. *N Engl J Med* 2001;344:3-10.

7. De la Sierra A, Giner V, Bragulat E, Coca A. Lack of correlation between two methods for the assessment of salt sensitivity in essential hypertension. *J Hum Hypertens* 2002;16:255-60.
8. Weinberger MH, Fineberg NS, Fineberg SE, Weinberger M. Salt sensitivity, pulse pressure, and death in normal and hypertensive humans. *Hypertension* 2002;37(2):429-34.
9. Hooper L, Bartlett C, Smith GD, Ebrahim S. Systematic review of long term effects of advice to reduce dietary salt in adults. *BMJ* 2002;325:628-35.
10. Loria CM, Obarzanek E, Ernst ND. Choose and prepare foods with less salt: dietary advice for all americans. *J Nutrition* 2001;131:536S-51S.
11. Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J. Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake? *Hypertension* 1979;1:529-36.
12. Kawasaki T, Ueno M, Uezono K, Kawazoe N, Nakamuta S, Ueda K, et al. Average urinary excretion of sodium in 24 hours can be estimated from a spot-urine specimen. *Jpn Circ J* 1982;46:948-53.
13. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS. Overnight urine collections to estimate sodium intake. *Hypertension* 1982;4:494-8.
14. Tuomilehto J, Tanskanen A, Pietinen P. Value of overnight urines in the follow-up of people with borderline hypertensive trying to reduce their salt intake. *Acta Cardiologica* 1985;3:325-38.
15. Ogawa M. Feasibility of overnight urine for assessing dietary intakes of sodium, potassium, protein and sulfur amino acids in field studies. *Jpn Circ J* 1986;50:595-600.

16. He J, Klang MJ, Whelton PK, Chen J, Mo J, Qian M, et al. Agreement between overnight and 24-hour urinary cation excretions in southern chinese men. *Am J Epidemiol* 1993; 137:1212-20.
17. Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, Diven WF. Comparison of sodium and potassium intake with excretion. *Hypertension* 1980;2:695-9.
18. Pietinen P. Estimating sodium intake from food consumption data. *Ann Nutr Metab* 1982;26:90-9.
19. Caggiula AW, Wing RR, Nowalk MP, Milas NC, Lee S, Langford H. The measurement of sodium and potassium intake. *Am J Clin Nutr* 1985;42:391-8.
20. Dubbert PM, Rowland AK, Maury P, Liggett MV, Terre L, Krug L. Estimation of sodium intake by analyzing food records with augmented nutrition software and by overnight urine collections. *J Am Diet Assoc* 1992;92:87-9.
21. Espeland MA, Kumanyika S, Wilson AC, Reboussin DM, Easter L, Self M, et al. Statistical issues in analyzing 24-hour dietary recall and 24-hour urine collection data for sodium and potassium intakes. *Am J Epidemiol* 2001;153:996-1006.
22. Sasaki S, Yanagibori R, Amano K. Validity of a self-administered diet history questionnaire for assessment of sodium and potassium comparison with single 24-hour urinary excretion. *Jpn Circ J* 1998;62:431-5.
23. Melse-Boonstra A, Rexwinkel H, Bulux J, Solomons NW, West CE. Comparison of three methods for estimating daily individual discretionary salt intake: 24-hour recall, duplicate-portion method, and urinary lithium-labelled household salt

- excretion. *European Journal of Clinical Nutrition* 1999;53:281-7.
24. Fuchs FD, Moreira LB, Moraes RS, Bredemeier M, Cardozo SC. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica e fatores associados na região urbana de Porto Alegre. *Arq Bras Cardiol* 1994;63:473-9.
 25. Rothery E. *Manual Varian: Analytical methods for grafite tube atomizes*. Australia: Varian Australia Pty Ltd, 1988.
 26. Henry JB. *Clinical diagnosis and management by laboratory methods*. 19 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1996.
 27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;i:307-10.
 28. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 1995;346:1085-7.
 29. Simpson FO. Sodium intake, body sodium, and sodium excretion. *Lancet* 1988;2:25-29.
 30. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (VI JOINT). *Arch Intern Med* 1997;157:2413-46.
 31. Midgley JP, Matthew AG, Greenwood CMT, Logan AG. Effect of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 1996;275:1590-7.
 32. United States of America. Department of Agriculture. Human Nutrition Information Service: composition of foods. Raw, processed, prepared agriculture handbook no 8 series 1-16.

Revised 1976-86.

Tabela 1. Características basais da amostra em estudo

Características	Valores
Sexo masculino, (%)	98 (52,1)
Idade, anos	11,6 ± 3,3
Peso, kg	44,1 ± 17,3
Altura, cm	148 ± 0,18
Sódio estimado	
Registro alimentar (n=188), mEq/24h	176,9 ± 85,5
Amostra de urina noturna (n=188), mEq/L	136,5 ± 53
Amostra de urina 24 h (n=31), mEq/L ou	161,9 ± 63,7
mEq/24h	145,9 ± 66,5

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão e frequência (%)

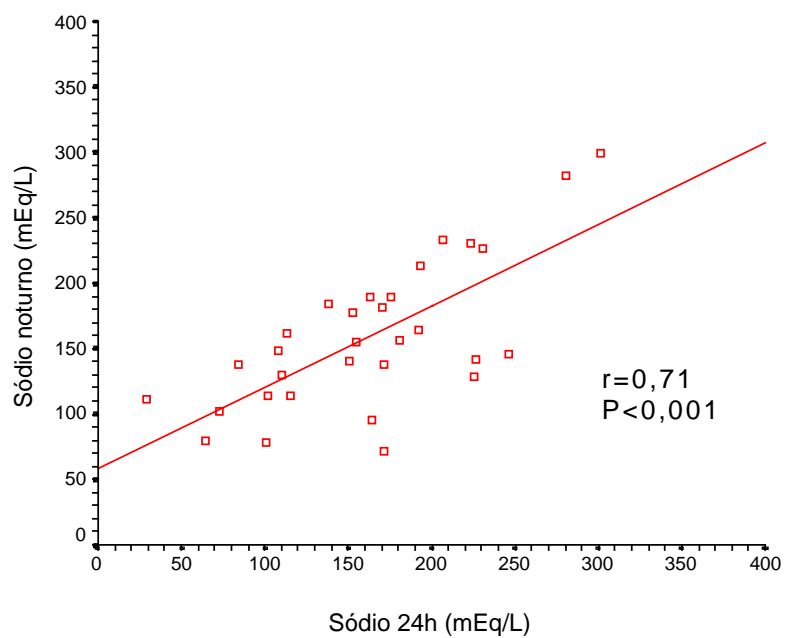


Fig. 1 Coeficiente de correlação entre a quantidade de sódio excretado na amostra de urina de 24 h e na amostra de urina noturna, n=31

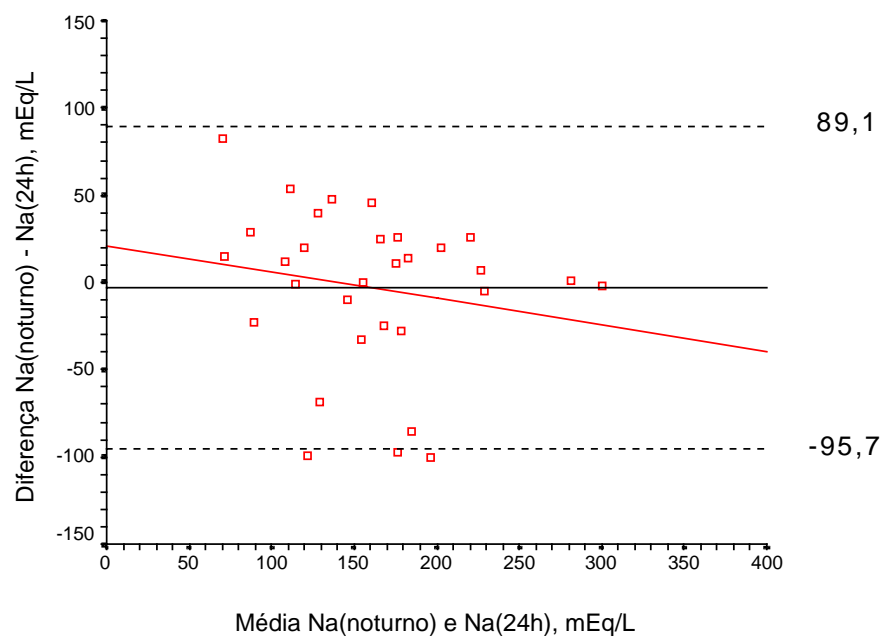


Fig 2. Diferença contra a média para sódio estimado por amostras urinárias de 24 h e noturna, n=31.

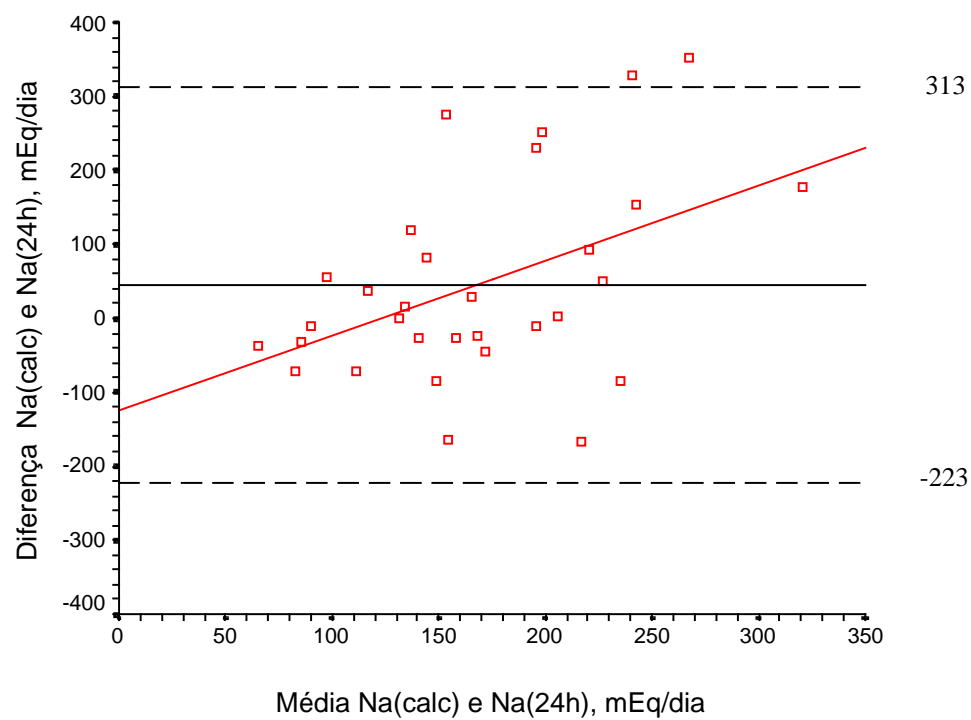


Fig 3. Diferença contra a média do sódio estimado pelo cálculo dos registros alimentares e pelas amostras de urina 24 h, n=31.

ESTIMATION OF SODIUM INTAKE BY URINARY EXCRETION AND
DIETARY RECORDS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS FROM PORTO
ALEGRE, BRAZIL: A COMPARISON OF TWO METHODS.

Graduate Program in Medical Sciences: Nephrology. School of
Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Hospital de
Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil.

Elaine Terezinha Micheli

Alberto A. Rosa

This study was financed by Fundo de Incentivo a Pesquisas e Eventos – FIPE (Incentive Fund for Research and Events) of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, and approved by the Ethics Committee and the Scientific Committee of the Research and Graduation Group, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, under the number GPPG-00035.

Corresponding author:

Alberto Augusto Alves Rosa

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Fundação Médica do RS

Ramiro Barcelos, 2350, sala 170 - 90035-003

Porto Alegre, RS - Brazil

Phone: +55 51 99695923

Fax: +55 51 33168123

e-mail: aarosa@hcpa.ufrgs.br

ABSTRACT

Cross-sectional population-based study conducted in the city of Porto Alegre, south Brazil, to evaluate the use of 24-hour dietary records in the assessment of sodium intake. Subjects were 188 children and adolescents aged 6 to 17 years. Overnight urine was collected for all subjects, and 24-hour urine was collected for 16% of the subjects. Daily sodium intake ranged from 8.5 to 10 g. Mean amount of sodium excreted in 24-hour urine was 83% of the mean intake calculated by dietary records. The Pearson's correlation coefficient between the two methods of assessment of urinary excretion of sodium was $r = 0.71$ ($P < 0.001$). However, Bland-Altman analysis revealed that the 95% limits of agreement varied widely, thus providing evidence of the large difference between the two methods. Bland-Altman analysis could be considered an important improvement over the use of correlation coefficient to evaluate the agreement between two methods. Therefore, estimation of sodium intake by means of dietary records was inaccurate when compared with urine collections ($r = -0.41$; $P < 0.05$ (24h) and $r = 0.09$; $P = 0.175$ (overnight)).

Key words: sodium intake, dietary record, urinary excretion, children, adolescents, Bland-Altman.

INTRODUCTION

Hypertension is an important risk factor for cardiovascular diseases (1). Its prevalence rate in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, is estimated at 32% of the adult population (2). As a multifactorial disease, its genetic potential may be influenced by environmental and behavioral factors (3). Dietary composition, sodium intake in particular, may interfere with hypertension (4-6). However, the degree of blood pressure variation in response to excessive salt intake is not constant. This response to changes in dietary salt content indicates the degree of individual sensitivity (7, 8). Although the role of dietary salt in the etiology of hypertension is still controversial, the reduction of salt intake in the primary prevention of this disease has been the focus of considerable attention (9, 10).

The lack of reliable methods to measure sodium intake, particularly in population-based studies, is one of the difficulties in establishing a clear association between salt and blood pressure. The most commonly used method of measurement of sodium intake is the collection of 24-hour urine, but this method is expensive, uncomfortable and laborious, which makes complete urine collection difficult. Several studies, most of them with adults, have been conducted in an attempt to find a reliable method to replace 24-hour urine collections in assessing dietary sodium (11-23).

Overnight urine has been investigated as an alternative method to determine sodium intake. Some studies reported a good correlation with 24-hour urine, and their authors suggested its use in population-based studies (11, 13, 15, 16).

Dietary assessment methods have also been investigated to determine whether sodium measurements obtained from dietary records

meet valid estimations for sodium excreted in urine (17-23). The purpose of this study is to compare the estimation of sodium intake by means of dietary records and by urine excretion in children and adolescents in Porto Alegre, Brazil.

Patients and Methods

A cross-sectional observational population-based study was conducted in the city of Porto Alegre, in south Brazil. This study is part of an ongoing research project that investigates blood pressure distribution, its association with determinants factors and the prevalence of hypertension in a representative sample of children and adolescents from Porto Alegre.

Sample

Households in the urban region of Porto Alegre were selected by means of stratified multistage cluster sampling. The sample base for a study conducted with adults (24) was employed, in which data from the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Brazilian Census Bureau) for the 1991 census was used.

Inclusion criteria were age 6 to 17 years, and residence (spends the night at home at least four nights a week) in one of the randomly selected households. In case of refusal, the interviewer made three additional attempts and, if refusal persisted, that subject was considered lost for the study.

Of the 513 households selected in the original project, 494 were reached (96.3%), which totaled 716 individuals in the original sample. It was determined that the number of participants in this study should correspond to 25% of the size of that sample; therefore, it was not necessary to calculate the size of the formal sample. For specific analyses, we included only the interviewees for whom urine was correctly collected and whose dietary records were complete.

Data collection

This study was conducted in Porto Alegre from January 2000 to October 2001. Data collection was carried out by previously trained undergraduate students from the School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, the School of Nutrition, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, and the Instituto Metodista de Educação e Cultura – IMEC.

Before the fieldwork began, a brief explanation about the project was mailed to all selected households. Data were collected during a household visit. Parents or the person in charge of the child signed an informed consent document after data collection was explained. Privacy was assured to all interviewees.

Detailed written instructions about the method of urine collection and on how to fill out dietary records were attached to the collection material. The interviewer gave instructions about the procedure to the participant or the person in charge of the child, and made sure they were fully understood. The dietary record was filled out on the day of urine collection. Participants were asked not to change their eating habits and were given a package with 20 g of salt to be used on that day. Salt intake was calculated by adding the difference between the original content and the salt left over in the package to the sodium content of foods. The author reviewed all questionnaires and, whenever an error was identified, the interviewee was contacted for correction.

The Programa de Apoio à Nutrição 2.5 (Nutrition Support Software, Escola Paulista de Medicina, DIS/UNIFESP, São Paulo) was used to calculate the chemical composition of foods. If the sodium content of some food was not in the software, an analytical report was requested from the food manufacturer. If no answer was received, the food was sent to a laboratory to be analyzed by means of atomic absorption spectrophotometry preceded by selective extraction (25).

Overnight urine was collected in the morning after the dietary record had been filled out. Subjects emptied the bladder before sleep, recorded the time, used a plastic container provided by the collector to collect all the urine when they got up the next morning, and recorded the time again. The collector measured total urine volume and, after homogenizing urine, kept two samples in test tubes.

The 24-hour urine collection started after the first urination in the morning on the day when the dietary record was filled out. After the collection of overnight urine samples, urine was added to the amount collected on the previous day, homogenized again, and another sample was kept separately.

The ion selective electrode (ISE) method was used for the biochemical analysis of urine sodium (26). Jaffe reaction without deproteinization was used to measure urine creatinine (26). A Bayer® ADVIA 1650 analyzer was used for both analyses.

Data analysis

Presentation of the sample was descriptive, by means of tables with means, standard deviations and frequency. The Pearson correlation coefficient was used to measure the association between variables. The Student *t* test was used to determine the significance of differences between means. Bland-Altman analysis (27, 28) was used for the comparison of urine and dietary sodium measurements as well as for the comparison of sodium measurements (excretion) in 24 h and overnight urine collections, with estimation of differences between averages and 95% limits of agreement (95% LA). Significance level was established as 5% (<0.05). Data analysis was conducted with the software Statistical Package for the Social Sciences, 10.0 (SPSS Inc, Chicago, IL).

RESULTS

Two individuals (1%) were lost to the study because of inadequate use of the salt provided. Of the 188 participants in the final sample, 31 (16.5%) also collected 24-hour urine. Table 1 shows their baseline characteristics. Mean age was 11.6 years, mean weight was 44.1 kg, and mean height was 148 cm; 52.1% of the subjects were boys. Mean estimations of sodium intake were: dietary record (n =188) - 176.9 mEq/day; 24-hour urinary excretion (n = 31) - 161.9 mEq/L or 145.9 mEq/day. These values correspond to 10 g and 8,5 g of NaCl/day, respectively. Mean 24-hour sodium urinary excretion was 83% of the intake calculated by means of food composition tables.

Thirty-one subjects collected 24-hour urine samples to assess the correlation with overnight urinary measurements. There was a strong correlation ($r = 0.71$, $P < 0.001$) between 24-hour and overnight urinary excretions (Figure 1). However, the 95% limits of agreement (95% LA) between the methods of urine collection, according to the Bland-Altman scatterplot, ranged from 89.1 to -95.7 mEq of sodium (Figure 2).

The correlation coefficient between sodium excretion obtained with 24-hour urine sample and sodium intake obtained with estimation by chemical composition of dietary records was $r = -0.4$ ($P < 0.05$); and that between sodium excretion in overnight urine samples and sodium intake according to dietary records was $r = 0.09$ ($P = 0.175$).

Figure 3 shows the comparison of the estimations of sodium excretion by the 24-h urine sample and by the tables of composition of foods for the dietary records. Bland-Altman analysis of the difference between the two methods against their averages revealed a large variability - 95% LA ranged from 313 to -223 mEq of sodium.

DISCUSSION

Restrictions to salt intake are frequently prescribed to individuals with high blood pressure. Recent studies show that this strategy is useful in the control of blood pressure in hypertensive patients, particularly in salt-sensitive patients (7, 8). The methodology available to determine sodium intake is the major hurdle in the evaluation of the effects of high salt consumption and salt restriction on blood pressure and hypertension. Because of the practical difficulties in measuring sodium intake, adherence to that prescription is hardly ever monitored.

Sodium may be excreted in large amounts by the gastrointestinal tract in cases of diarrhea and vomits, and also through the skin when sweating is excessive. Under normal conditions, the kidneys are the main route of excretion (17, 29). For this reason, 24-hour urine collection has been used to estimate sodium intake in individuals and populations. In our study, the participants were asked to keep their daily physical activities and eating routines during the period of urine collection and dietary records. The purpose of this recommendation was to avoid oscillations in sodium intake and to keep sodium excretion constant (14, 22) and representative of intake. Because of the physiological delay in sodium excretion by the organism (18), we chose to start the dietary record on the day before overnight urine collection.

The method of 24-hour urine collection is frequently used to estimate dietary sodium. This method has two great disadvantages for use in populational groups – the difficulty in collection and the lack of commitment of the subject to the correct performance of the procedure. The former is more often observed in people who spent part of their day away from home. Some of them prefer to do the collection on the weekend, but this may bias results because physical activity and eating habits may be different on the weekend. The latter may bias results if the collection is incomplete; forgetfulness may play an important role here, and the results of measurement may be inaccurate.

Because overnight urine is easily obtained, several researchers have investigated its use in the estimation of sodium intake. They have reported a good correlation between sodium excretion in overnight and 24-hour urine collections. Some studies (11-21) used the Pearson product moment correlation coefficient between the two methods of measurement as an indicator of agreement. This coefficient, however, measures only the strength of the linear association between the two variables, and not the agreement between methods. Even disagreeing measurements may reach moderate degrees, or even high degrees, of correlation. Therefore, the use of the correlation coefficient is inappropriate for the study of the degree of agreement between different measurement methods.

In 1986, Bland and Altman (27) proposed the use of an alternative statistical analysis based on the differences between the measurements by two different methods in the same individual. The average of the differences would be the estimated error, and the systematic difference between methods and the standard deviation of these differences would measure oscillations around the mean. Those authors recommend the 95% limit of agreement, adding about 1.96 SD to the average of the differences. If these differences have a normal distribution, 95% of them will fall within these limits. Agreement will be perfect when the points plotted on the graph extend along the line of equality. However, when these points are widely dispersed, a significant lack of agreement between the measurements is observed, which means that one method does not agree with the other.

In our study, urine was collected for 24 hours in 31 individuals to compare sodium excretion with excretion in overnight urine samples. Our results confirm previous studies, which have also reported a good correlation ($r = 0.71$; $P < 0.01$) between the different sodium urinary excretions. Figure 1 shows the points that tend to group along the

regression line, which reveals a strong correlation between the measurements, but does not mean that these measurements agree. Bland-Altman analysis of measurement agreement revealed an increase in the dispersion of points and a negative inclination of the regression line (Fig. 2). As the average of the two methods increases, the dispersion of data and, consequently, the differences between the two methods, also increases. The 95% limits of agreement vary significantly, which reveals differences between the values obtained by each method and the degree of agreement between them. Although our study showed a good correlation between methods, Bland-Altman analysis revealed significant disagreement, which suggests that one method cannot replace the other.

Some studies have proposed the large number of urine samples required for accurate analyses (11, 16). Sequential 24-hour urine collections are very laborious, and the use of this technique with a large number of subjects is impractical and hinders adherence to the procedure, particularly when participants are outpatients. We used a single urine sample in this population-based study because this is easier to collect.

Dietary records are limited tools for the estimation of individual sodium intake because of the variation in the consumption of foods, the difficulty in documenting ingested foods in detail, the mistakes in recording portions, the variation in the composition of industrialized foods, and the different degrees of commitment of the adult in charge of the child to fill out the record accurately. A one-day dietary record, filled out on the same day of urine collection, may provide a good estimation of mean intake for a group (14, 16), while a multiple-day dietary record may fail to improve measurement accuracy when applied to a group. However, to estimate individual intake, multiple-day dietary records are necessary, and the number of days will depend on the

variability (coefficient of variation) of sodium intake (19).

In our study the estimation of sodium intake ranged from 8.5 to 10 g/day, which is consistent with previous studies that reported a high sodium intake in Western populations (1, 30, 31). Our mean estimation of urinary excretion was 83% of that observed in the dietary records. This result has been reported by other authors (18) and may be explained by the fact that people may overestimate their food consumption and, also, that some questionnaires are more or less detailed. Participants were asked to specify brand, type, and amount of food ingested, but not all participants complied with that request. Moreover, not all manufacturers sent us the chemical analysis of foods listed by the participants. Therefore, we used only the mean amounts in the tables of composition of foods (32) and the results of the laboratory analyses that we performed.

The Pearson's correlation coefficient between sodium intakes calculated by dietary records and 24-hour urinary excretion revealed a weak inverse correlation. The dispersion graph, which shows the differences against the averages of dietary records and 24-hour urine samples, revealed that about 95% of the points were within the limits of agreement, but these differences increased with the magnitude of the measurement, and the higher the sodium values, the higher the chances of error. A variation from 313 to -223 mEq in the values of sodium may be visualized. This great variation indicates lack of measurement agreement, which precludes the replacement of one method with the other.

The correlation coefficient between sodium intake calculated by dietary records and overnight sodium excretion was very close to zero, which shows that there is no correlation between these two methods of determination of sodium.

The Pearson's correlation coefficient is inappropriately used for the comparison of measurement methods because it measures only the linear association between variables. Bland-Altman analysis could be considered an important improvement over the use of correlation

coefficient to evaluate the agreement between two methods (27, 28) because it provides visualization of the differences between methods. The results of our study led us to the conclusion that neither method can replace 24-hour urine collection in the estimation of sodium intake. Dietary records are inappropriate to estimate usual sodium intake in children and adolescents because of individual variations in consumption, of the difficulties in filling out the instruments used for data collection, and the lack of manufacturers' information about sodium content in their products. However, these conclusions cannot be extrapolated to other nutrients. We suggest the data of reports that employed Pearson's correlation coefficient should be reviewed through the application of Bland-Altman analysis. Further studies are required to identify the most effective and efficient method of determining sodium intake.

REFERENCES

1. 1999 World Health Organization - International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension. Guidelines Subcommittee. *J Hypertens* 1999;17(2):151-83.
2. Gus I, Fischmann A, Medina C. Prevalence of risk factors for coronary artery disease in the Brazilian State of Rio Grande do Sul. *Arq Bras Cardiol* 2002;78(5):484-90.
3. Julier C, Delépine M, Keavney B, Terwilliger J, Davis S, Weeks DE, et al. Genetic susceptibility for human familial essential hypertension in a region of homology with blood pressure linkage on rat chromosome 10. *Hum Mol Genet* 1997;12:2077-85.
4. Cappuccio FP, Markandu ND, Carney C, Sagnella GA, MacGregor GA. Double-blind randomized trial of modest salt restriction in older people. *Lancet* 1997;350:850-4.
5. Milan A, Mulatero P, Rabbia F, Veglio F. Salt intake and hypertension therapy. *J Nephrol* 2002;15:1-6.
6. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. *N Engl J Med* 2001;344:3-10.
7. De la Sierra A, Giner V, Bragulat E, Coca A. Lack of correlation between two methods for the assessment of salt sensitivity in essential hypertension. *J Hum Hypertens* 2002;16:255-60.
8. Weinberger MH, Fineberg NS, Fineberg SE, Weinberger M. Salt sensitivity, pulse pressure, and death in normal and hypertensive

humans. *Hypertension* 2002;37(2):429-34.

9. Hooper L, Bartlett C, Smith GD, Ebrahim S. Systematic review of long term effects of advice to reduce dietary salt in adults. *BMJ* 2002;325:628-35.

10. Loria CM, Obarzanek E, Ernst ND. Choose and prepare foods with less salt: dietary advice for all Americans. *J Nutrition* 2001;131:536S-551S.

11. Liu K, Dyer AR, Cooper RS, Stamler R, Stamler J. Can overnight urine replace 24-hour urine collection to assess salt intake? *Hypertension* 1979;1:529-36.

12. Kawasaki T, Ueno M, Uezono K, Kawazoe N, Nakamuta S, Ueda K, et al. Average urinary excretion of sodium in 24 hours can be estimated from a spot-urine specimen. *Jpn Circ J* 1982;46:948-53.

13. Luft FC, Fineberg NS, Sloan RS. Overnight urine collections to estimate sodium intake. *Hypertension* 1982;4:494-8.

14. Tuomilehto J, Tanskanen A, Pietinen P. Value of overnight urines in the follow-up of people with borderline hypertension trying to reduce their salt intake. *Acta Cardiologica* 1985;3:325-38.

15. Ogawa M. Feasibility of overnight urine for assessing dietary intakes of sodium, potassium, protein and sulfur amino acids in field studies. *Jpn Circ J* 1986;50:595-600.

16. He J, Klang MJ, Whelton PK, Chen J, Mo J, Qian M, et al. Agreement between overnight and 24-hour urinary cation excretions in southern Chinese men. *Am J Epidemiol* 1993;137:1212-20.

17. Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, Diven WF. Comparison of sodium and potassium intake with

excretion. *Hypertension* 1980;2:695-9.

18.Pietinen P. Estimating sodium intake from food consumption data. *Ann Nutr Metab* 1982;26:90-9.

19.Caggiula AW, Wing RR, Nowalk MP, Milas NC, Lee S, Langford H. The measurement of sodium and potassium intake. *Am J Clin Nutr* 1985;42:391-8.

20.Dubbert PM, Rowland AK, Maury P, Liggett MV, Terre L, Krug L. Estimation of sodium intake by analyzing food records with augmented nutrition software and by overnight urine collections. *J Am Diet Assoc* 1992;92:87-9.

21.Espeland MA, Kumanyika S, Wilson AC, Reboussin DM, Easter L, Self M, et al. Statistical issues in analyzing 24-hour dietary recall and 24-hour urine collection data for sodium and potassium intakes. *Am J Epidemiol* 2001;153:996-1006.

22.Sasaki S, Yanagibori R, Amano K. Validity of a self-administered diet history questionnaire for assessment of sodium and potassium comparison with single 24-hour urinary excretion. *Jpn Circ J* 1998;62:431-5.

23.Melse-Boonstra A, Rexwinkel H, Bulux J, Solomons NW, West CE. Comparison of three methods for estimating daily individual discretionary salt intake: 24-hour recall, duplicate-portion method, and urinary lithium-labeled household salt excretion. *European Journal of Clinical Nutrition* 1999;53:281-7.

24.Fuchs FD, Moreira LB, Moraes RS, Bredemeier M, Cardozo SC. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica e fatores associados na região urbana de Porto Alegre. *Arq Bras Cardiol* 1994;63:473-9.

25.Rothery E. Manual Varian: Analytical methods for graphite tube

atomizes. Australia: Varian Australia Pty Ltd, 1988.

26. Henry JB. Clinical diagnosis and management by laboratory methods. 19th ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1996.

27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; i:307-10.

28. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 1995;346:1085-7.

29. Simpson FO. Sodium intake, body sodium, and sodium excretion. *Lancet* 1988;2:25-9.

30. The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (VI JOINT). *Arch Intern Med* 1997;157:2413-46.

31. Midgley JP, Matthew AG, Greenwood CMT, Logan AG. Effect of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA* 1996;275:1590-7.

32. United States of America. Department of Agriculture. Human Nutrition Information Service: composition of foods. Raw, processed, prepared agriculture handbook no. 8, series 1-16. Revised 1976-86.

Table 1 Baseline characteristics of study sample

Characteristics	Values
Male (%)	98 (52.1)
Age (years)	11.6 ± 3.3
Weight (kg)	44.1 ± 17.3
Height (cm)	148 ± 0.18
Estimated sodium	
Dietary record (n = 188), mEq/day	176.9 ± 85.5
Overnight urine sample (n = 188), mEq/L	136.5 ± 53
24-hour urine sample (n = 31), mEq/L	161.9 ± 63.7
	mEq/day 145.9 ± 66.5

Data presented as mean ± standard deviation and frequency (%).

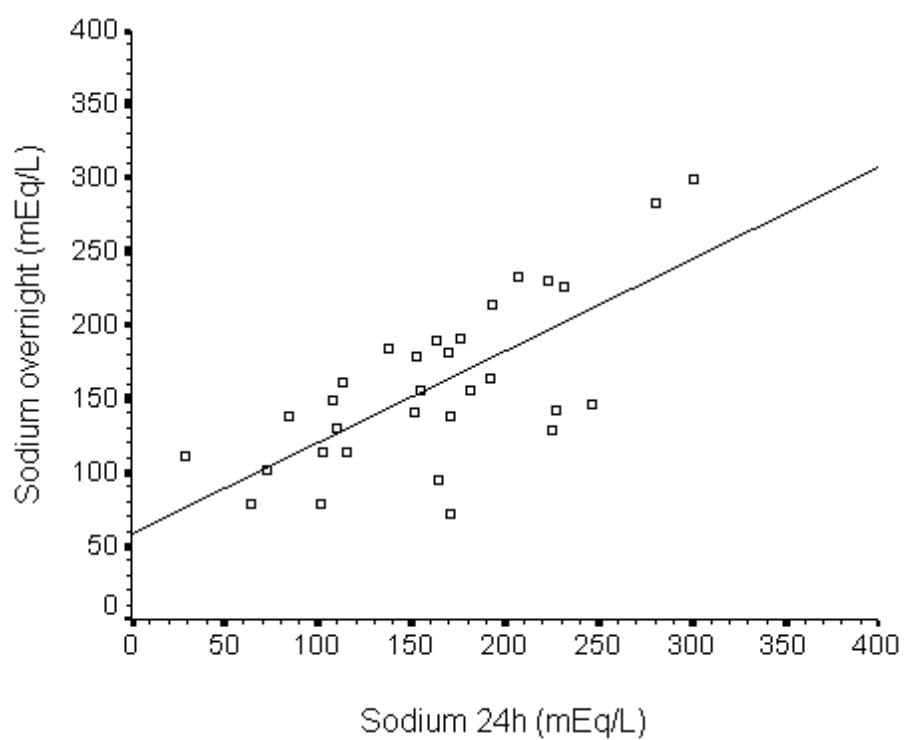


Fig. 1 Pearson's correlation coefficient between sodium excreted in 24-hour and overnight urine samples (n = 31).

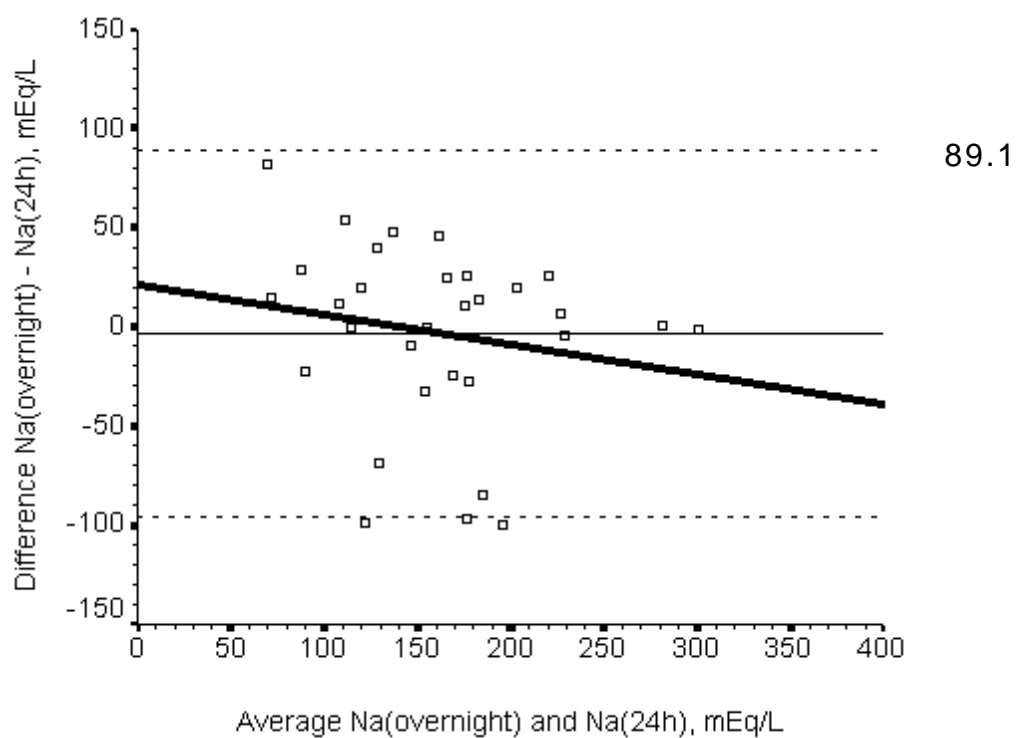


Fig. 2. Difference against averages of sodium estimated by 24-hour and overnight urine methods (Bland-Altman analysis; n=31).

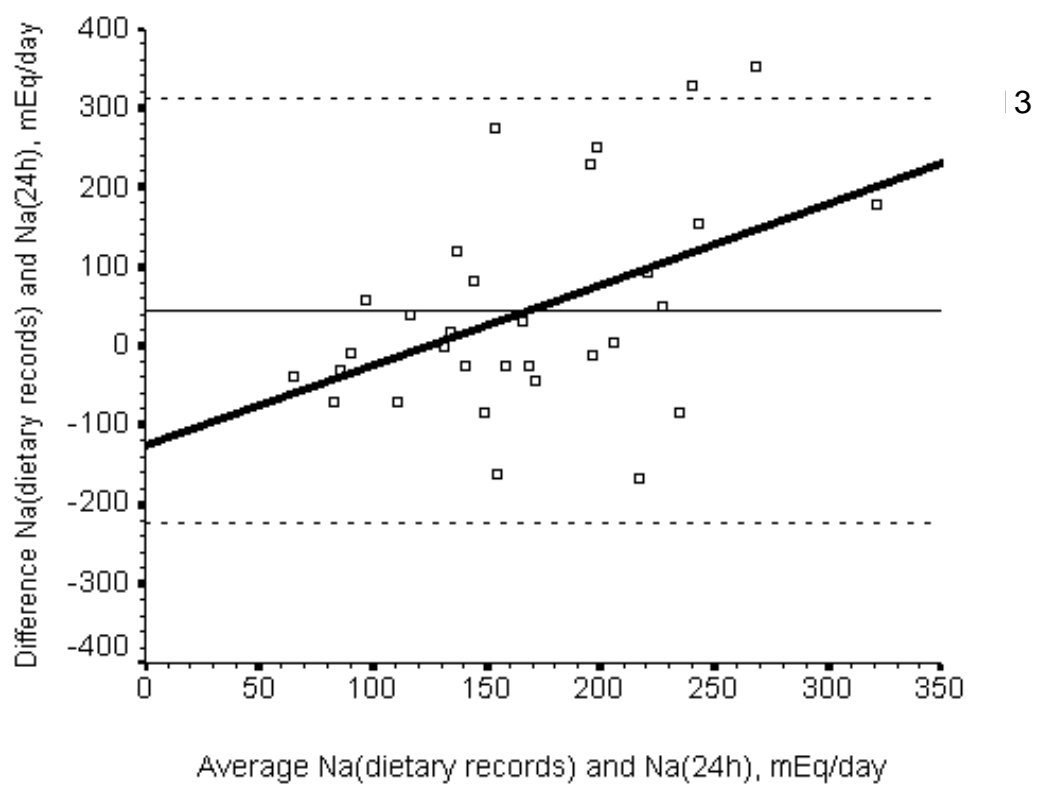


Fig. 3. Difference against averages of sodium estimated by dietary records and 24-hour urine samples (Bland-Altman analysis; $n = 31$).