

Estudo de validação das equações de Tanaka e de Kawasaki para estimar a excreção diária de sódio através da coleta da urina casual

Validation study of the Tanaka and Kawasaki equations to estimate the daily sodium excretion by a spot urine sample

José Geraldo Mill^I, Sérgio Lamêgo Rodrigues^I, Marcelo Perim Baldo^I,
Deborah Carvalho Malta^{II}, Celia Landmann Szwarcwald^{III}

RESUMO: *Objetivo:* Validar as fórmulas de Tanaka e Kawasaki para cálculo do consumo de sal pela relação sódio/creatinina na urina casual. *Métodos:* Foram estudados 272 adultos (20–69 anos, 52,6% de mulheres) com coleta urinária de 24 h e duas coletas casuais no mesmo dia (em jejum – casual 1 – e fora do jejum – casual 2). Antropometria, pressão arterial e coleta de sangue foram obtidos no mesmo dia. A concordância entre o consumo de sal estimado pela urina de 24 h e pela urina casual foi feita por Pearson (r) e Bland & Altman. *Resultados:* O consumo médio de sal medido pela urina de 24 h foi de $10,4 \pm 5,3$ g/dia. A correlação entre a excreção de sódio na urina de 24 h e a estimada pela urina casual 1 ou 2, respectivamente, foi apenas moderada, tanto por Tanaka ($r = 0,51$ e $r = 0,55$; $p < 0,001$) como por Kawasaki ($r = 0,52$ e $r = 0,54$; $p < 0,001$). Observa-se subestimação crescente dos valores estimados em relação ao medido com o aumento do consumo de sal pela fórmula de Tanaka e, ao contrário, superestimação ao usar a fórmula de Kawasaki. As fórmulas estimam adequadamente o consumo diário de sal (diferença entre sal medido e estimado de, no máximo, 1 g/dia) somente com consumo entre 9–12 g/dia (Tanaka) e 12–18 g/dia (Kawasaki). *Conclusão:* A coleta de urina casual estima adequadamente o consumo de sal apenas nos indivíduos próximos à média populacional.

Palavras-chave: Cloreto de Sódio. Sódio. Urina. Cloreto de sódio na dieta.

^IDepartamento de Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo – Vitória (ES) Brasil.

^{II}Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde, Ministério da Saúde – Brasília (DF), Brasil.

^{III}Centro de Informação Científica e Tecnológica, Fundação Oswaldo Cruz – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Autor correspondente: José Geraldo Mill. Departamento de Ciências Fisiológicas, Centro de Ciências da Saúde da UFES. Avenida Marechal Campos, 1468. Maruípe. CEP 29042770. Vitória, ES, Brasil. Email: josegmill@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar – **Fonte de financiamento:** O projeto recebeu recursos do Departamento de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde, Brasília, Distrito Federal.

ABSTRACT: *Objective:* To validate Tanaka and Kawasaki's formulas to calculate the salt intake by the sodium/creatinine ratio in spot of urine. *Methods:* Two hundred and seventy two adults (20 – 69 years old; 52.6% women) with 24 h urine collection and two urinary spots collected on the same day (while fasting – spot 1 – or not fasting – spot 2). Anthropometry, blood pressure and fasting blood were measured on the same day. The analysis of agreement between salt consumption measured in the 24 h urine test and urinary spots were determined by the Pearson's correlation (r) and the Bland & Altman method. *Results:* The mean salt consumption measured by the 24 h sodium excretion was 10.4 ± 5.3 g/day. The correlation between the measured 24 h sodium excretion and the estimation based on spots 1 and 2, respectively, was only moderated according to Tanaka ($r = 0.51$ and $r = 0.55$; $p < 0.001$) and to Kawasaki ($r = 0.52$ and $r = 0.54$; $p < 0.001$). We observed an increasing underestimation of salt consumption by Tanaka to increasing salt consumption and conversely, an overestimation of consumption by the Kawasaki formula. The estimation of salt consumption (difference between measured and calculated salt consumption lower than 1 g/day) was adequate only when the consumption was between 9 – 12 g/day (Tanaka) and 12 – 18 g/day (Kawasaki). *Conclusion:* Spot urine sampling is adequate to estimate salt consumption only among individuals with an actual consumption near the population mean.

Keywords: Sodium Chloride. Sodium. Urine. Sodium Chloride, Dietary.

INTRODUÇÃO

A prevalência da hipertensão arterial (HA) no Brasil é elevada, situando-se em torno de 25% em adultos¹. Estudos populacionais mostram que o nível pressórico médio e a prevalência de HA são fortemente influenciados pelo consumo de sódio²⁻⁴. A HA tem sido reconhecida como o fator que mais contribui para a morbimortalidade cardiovascular em todo o mundo⁵. Como consequência, a redução do consumo de sódio tem sido preconizada tanto para reduzir a morbimortalidade cardiovascular como também para facilitar o tratamento da HA³⁻⁶. Entretanto, o monitoramento da ingestão de sódio na população é ainda precário, seja pela baixa confiabilidade dos métodos que estimam o consumo de sódio com questionários, como também pelas dificuldades de se usar a medida do sódio excretado na urina de 24 h (NaUr24h)⁷⁻⁹. Para contornar essas dificuldades, tem-se proposto tanto a coleta urinária em períodos mais curtos^{8,10}, como também a estimativa da ingestão de sódio medindo-se a relação sódio/creatinina na urina casual^{11,12}. Para tanto, foram desenvolvidas equações que estimam a excreção de sódio em 24h e, conseqüentemente, o consumo de sal^{4,11-13}. A acurácia desta estimativa depende de se estimar com precisão a excreção urinária de creatinina em 24 h a partir do peso e estatura^{11,12}. Entretanto, a excreção diária de creatinina depende também de outras variáveis como a massa muscular e dieta¹⁴⁻¹⁶. Portanto, estudos de validação das equações em populações diferentes daquelas onde foram desenvolvidas são necessárias. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia da estimativa do consumo de sal aplicando as equações propostas por

Tanaka et al.¹² e por Kawazaki et al.¹¹ a parâmetros medidos em amostra casual de urina de adultos coletada em jejum e fora do período de jejum.

MÉTODOS

Foram recrutados 396 voluntários (moradores de Vitória, ES) a partir de uma amostra aleatória de domicílios obtida por sorteio de 20 setores censitários da cidade. Os domicílios foram visitados para inclusão de um voluntário (20 – 69 anos). O recrutamento foi feito em regime de cotas, com meta de 50% para cada sexo e 20% por década de idade. Não foram incluídos indivíduos com doenças agudas, acamados, com mobilidade reduzida ou dificuldade de comunicação e mulheres em período de gestação ou amamentação. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES, Protocolo 201.110) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento.

Assistentes de pesquisa coletaram no domicílio dados sociodemográficos (sexo, raça/cor autorreferida, renda mensal e escolaridade), informações sobre a prática de atividade física, uso de medicamentos e hábitos de vida (tabagismo) e agendaram o dia da coleta urinária. No mesmo dia, eram programados exames clínicos e laboratoriais na Clínica de Investigação Cardiovascular (CIC) do Hospital Universitário da UFES. Os participantes foram orientados a não interromperem o uso de medicamentos e a manterem os hábitos alimentares de costume até conclusão dos exames. Na véspera da coleta deveriam manter jejum após as 20 h e abster-se de consumo de álcool e de realizar exercícios físicos vigorosos, bem como no dia da coleta. Neste dia deveriam esvaziar a bexiga pela manhã ao acordar e anotar o horário em formulário, marcando o início da coleta de 24 h. Ainda em jejum, deveriam comparecer à CIC para realizar exames e coletar sangue.

EXAMES CLÍNICOS E LABORATORIAIS

Na chegada à CIC, era conferida a hora do esvaziamento vesical matinal e fornecido frasco estéril para realização da primeira coleta do período de 24 h. Após a micção, eram obtidas medidas antropométricas (peso e estatura) e pressão arterial pelo método oscilométrico (Onrom 765CP, Japão). Foi feita ainda bioimpedância tetrapolar (InBody 320, Korea) para medir a massa magra e a gordura corporal. Foram obtidas três medidas da pressão arterial e frequência cardíaca (um minuto de intervalo entre as medidas) na posição sentada e após repouso de cinco minutos. Ainda em jejum era feita coleta de sangue para determinação de parâmetros bioquímicos.

COLETA URINÁRIA DE 24 H

A cada micção, os participantes foram orientados a coletarem a urina, inicialmente em copo plástico (0,7 L), e transferirem depois todo o conteúdo para o frasco de

armazenagem (2 L) que deveria ser mantido em geladeira. Da primeira coleta feita em jejum foi obtida alíquota de 5 mL (urina casual 1). Cada participante recebeu instruções detalhadas para continuar a coleta urinária sempre adotando o mesmo procedimento e fazer a última coleta no dia seguinte, 24 h após esvaziamento vesical da manhã anterior. Foi solicitado recolhimento de uma 2ª amostra de 5 mL no período da tarde (urina casual 2) adotando-se o mesmo procedimento da coleta casual anterior. Para isso, receberam o material necessário (copo, pipeta descartável tipo Pasteur e tubo Falcon previamente rotulado). O treinamento da alíquotagem com água foi feita na CIC à vista de instrutor. O horário da última coleta deveria ser anotado no formulário sendo que a urina de 24 h e o tubo contendo a urina casual 2 foram recolhidos no próprio domicílio por auxiliar de pesquisa após obter informações sobre eventuais perdas.

Foram consideradas coletas de 24 h válidas aquelas sem relato de perda e com tempo de coleta entre 23 e 25 h. O volume foi medido em proveta com precisão de 10 mL e ajustado para 24 h. Alíquotas da urina de 24 h e das urinas casual 1 e 2 foram armazenadas a -80°C até serem enviadas para um laboratório central para determinação das concentrações de sódio e potássio (eletrodo seletivo) e creatinina (método de Jaffé). Não foram consideradas coletas válidas aquelas com volume < 500 mL em 24 h e aquelas apresentando excreção de creatinina corrigida pelo peso corporal fora dos intervalos de 14,4 – 33,6 mg/kg para homens e de 10,8 – 25,2 mg/kg em mulheres^{17,18}. Dos 396 indivíduos recrutados nos domicílios, 330 fizeram a coleta de 24 h e 272 tiveram coleta validada. A não validação ocorreu por relato de perda (n = 8), volume < 500 mL (n = 4), coleta > 25 h (n = 2) ou creatinina fora do intervalo estabelecido (n = 44)^{17,18}.

EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA A EXCREÇÃO DE CREATININA E DE SÓDIO DE 24 H

Tanaka et al.¹² estimaram a excreção de creatinina prevista para 24 h (CrPr24h) a partir da idade, peso e altura, sendo a mesma equação para ambos os sexos. Kawasaki et al.¹⁴ desenvolveram equações específicas por sexo. Conhecida a CrPr24 h e a relação sódio/creatinina na urina casual (Na/CrUr), pode-se estimar o conteúdo total de sódio na urina de 24 h (Na24h).

MÉTODO DE TANAKA

$$\text{CrPr24h (mg)} = [(14,89 \times \text{peso, kg}) + (16,14 \times \text{estatura, cm}) (2,04 \times \text{idade, anos})] - 2.244,45$$

$$\text{NaUr (mEq)} = [\text{Na urina casual, mEq/L} / (\text{Cr urina casual, mg/dL} \times 10)] \times \text{CrPr24 h (mg)}$$

$$\text{Estimativa da excreção de Na24h (mEq)} = 21,98 \times \text{NaUr}^{0,392}$$

MÉTODO DE KAWASAKI

Homens

$$\text{CrPr24h (mg)} = [(15,12 \times \text{peso, kg}) + (7,39 \times \text{altura, cm}) (12,63 \times \text{idade, anos})] 79,9$$

Mulheres

$$\text{CrPr24h (mg)} = [(8,58 \times \text{peso,kg}) + (5,09 \times \text{altura, cm}) (4,72 \times \text{idade, anos}) - 74,95$$

$$\text{NaUr (mEq)} = [\text{Na urina casual (mEq/L)} / (\text{Cr urina casual mg/dL} \times 10)] \times \text{CrPr24h (mg)}$$

$$\text{Estimativa da excreção de Na24h (mEq)} = 16,3 \times (\sqrt{[\text{NaUr}] \times [\text{CrPr24h}]})$$

O consumo diário de sal foi calculado a partir da excreção de sódio na urina de 24 horas, considerando que todo o sódio tenha sido proveniente da ingestão de NaCl.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados são descritos como média, desvio padrão (DP) e mediana para variáveis contínuas ou como proporções e porcentagens. O ajuste à distribuição normal foi avaliado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação de duas médias foi feita pelo teste *t* de Student (dados normais) ou pelo teste Mann-Whitney (distribuições assimétricas). As proporções foram comparadas pelo χ^2 . A comparação de medianas da creatinina excretada na urina de 24 h e aquela prevista pelas equações foi analisada por ANOVA de uma via com *post hoc* de Tukey. As associações entre as excreções de sódio, sal e creatinina medidas e estimados pelas fórmulas foram determinados pelo coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman, quando necessário. A análise de concordância entre o sódio urinário de 24 h e o valor estimado pelas fórmulas aplicadas às urinas casual 1 e 2 foi avaliado pelo método de Bland & Altman¹⁹. O percentual de erro da estimativa da excreção de sal foi calculado pela fórmula: Erro (%) = $1,96 \times [(DP (\text{Na medido 24 h} - \text{Na estimado}) / \text{média do Na medido 24 h})] \times 100$ ²⁰. Considerou-se a acurácia boa quando a diferença entre o consumo de sal medido e estimado fosse inferior a 1 g/dia. A análise estatística foi realizada no programa SPSS 13.0 (Chicago, IL, EUA) e a significância estatística foi fixada em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram analisados os dados de 272 adultos (129 homens) com média de idade de 44 ± 14 anos, sem diferença ($p > 0,05$) entre sexos e com equilíbrio entre faixas etárias. Na amostra, haviam 23,5%

de obesos ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$), 31,2% de hipertensos e 7,0% de diabéticos. A creatinina excretada em 24 h foi maior ($p < 0,05$) em homens ($1.617 \pm 343 \text{ mg}$ versus $1.094 \pm 267 \text{ mg}$). As fórmulas de Tanaka e Kawasaki tenderam a superestimar a excreção de creatinina, principalmente quando a fórmula de Kawasaki é aplicada a homens. Em mulheres a fórmula de Kawasaki mostrou melhor acurácia.

A Tabela 1 mostra a excreção urinária de sódio medida na urina de 24 h e a estimada pelas fórmulas. A fórmula de Kawasaki superestima a excreção de sódio e o consumo de sal em homens e em mulheres ao se usar as urinas casual 1 e 2. A fórmula de Tanaka subestima o consumo em homens e determina pequena superestimação em mulheres. Os erros

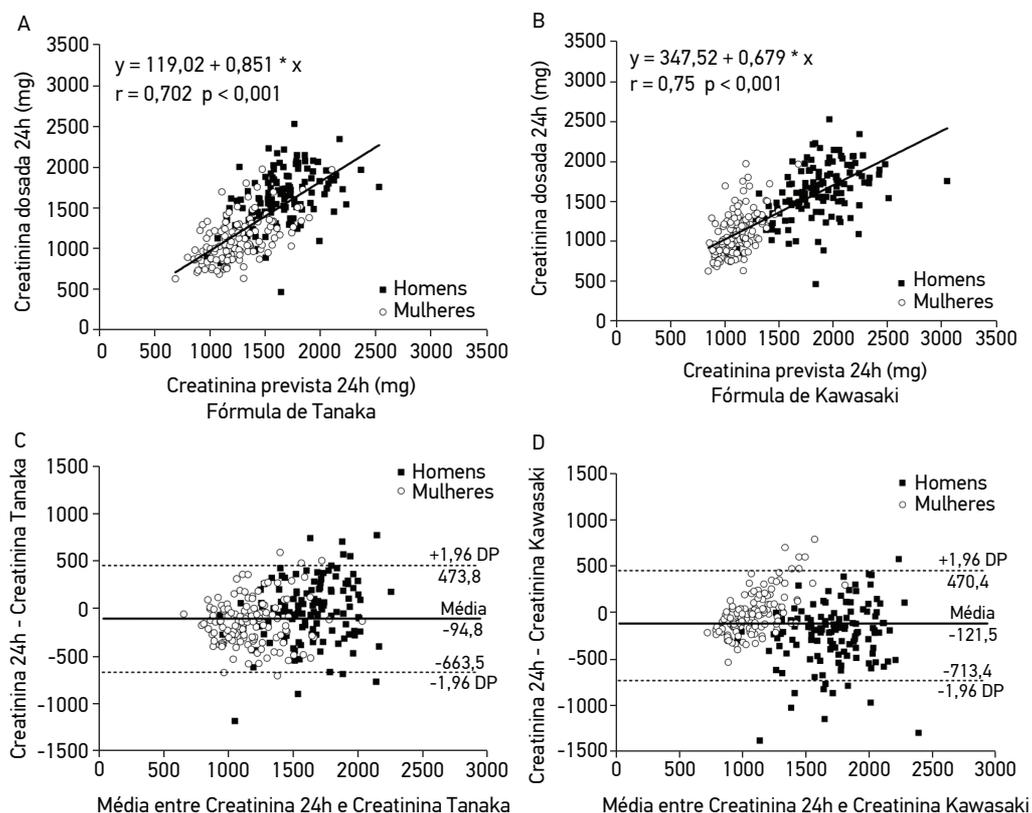
Tabela 1. Características das excreções de sódio e consumo de sal a partir de medidas na urina de 24 h e dos cálculos efetuados com as fórmulas de Tanaka e Kawasaki com bases na coleta de urina casual 1 (jejum) e 2 (fora do jejum).

Variável	Urina 24 h (Medido)			
	Homem		Mulher	
NaUr (mEq/dia)	204,00 ± 73,00 (187,00)		152,00 ± 59,00 (143,00)	
Sal (g/dia)	11,90 ± 4,20 (10,90)		8,80 ± 3,40 (8,40)	
Δ sal (g/dia)	-		-	
	Urina Casual 1 (Estimado)			
	Tanaka		Kawasaki	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
NaUr (mEq/dia)	168,00 ± 34,00 (168,00)	156,00 ± 37,00 (155,00)	223,00 ± 59,00 (235,00)	190,00 ± 54,00 (189,00)
Sal (g/dia)	9,80 ± 1,90 (9,80)	9,10 ± 2,10 (9,00)	13,10 ± 3,50 (13,80)	11,10 ± 3,10 (11,00)
Δ sal (g/dia)	2,10	0,30	1,20	2,30
	Urina Casual 2 (Estimado)			
	Tanaka		Kawasaki	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
NaUr (mEq/dia)	180,00 ± 34,00 (177,00)	167,00 ± 32,00 (169,00)	255,00 ± 60,00 (250,00)	206,00 ± 47,00 (206,00)
Sal (g/dia)	10,50 ± 1,92 (10,40)	9,80 ± 1,80 (9,90)	14,90 ± 3,50 (14,60)	12,00 ± 2,70 (12,10)
Δ sal (g/dia)	1,40	1,00	3,00	3,20

Dados apresentados como média ± desvio padrão e (mediana). NaUr: Sódio urinário; Δ sal: diferença entre o consumo de sal medido (urina 24 h) e o estimado pelas fórmulas.

entre o medido e o estimado tendem a ser maiores com os dados da urina casual 2, exceto para homens com o uso da fórmula de Tanaka.

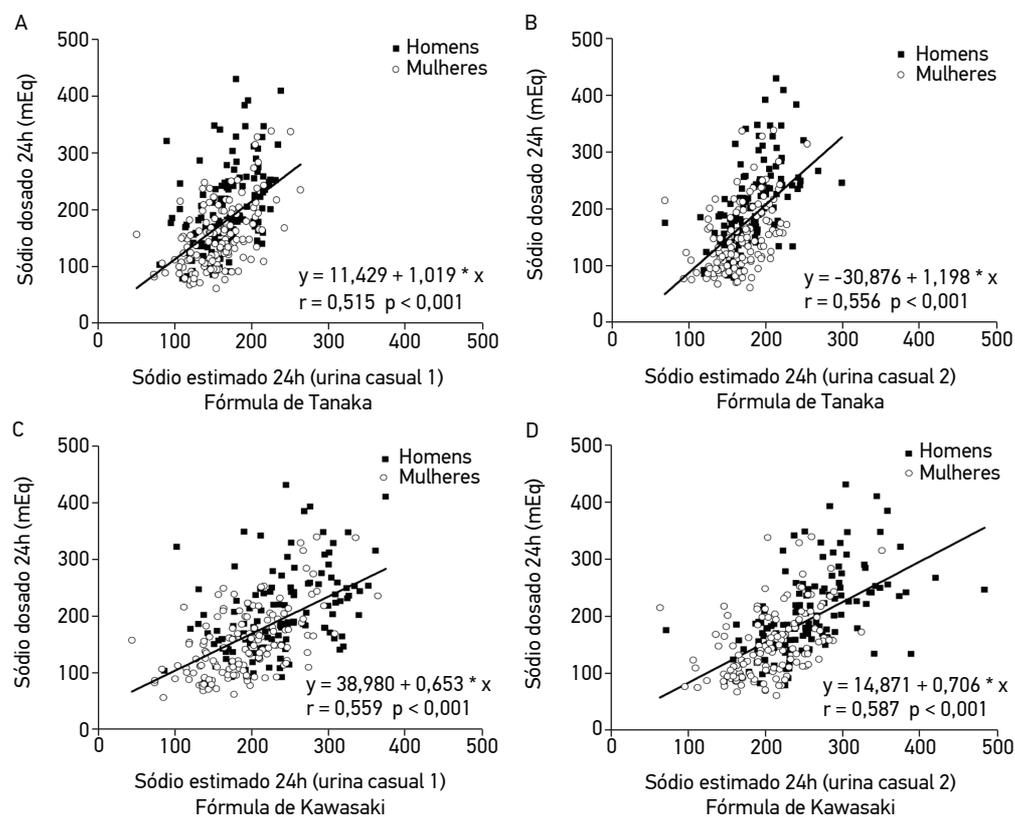
A Figura 1 mostra a correlação entre a creatinina excretada nas 24 h e a prevista pelas fórmulas. Observam-se (painéis superiores) correlações boas ($r \geq 0,70$) com ambas as fórmulas. A correlação, entretanto, é fortemente influenciada pela inclusão de homens e mulheres na mesma reta, o que é questionável pela menor massa muscular em mulheres. Os diagramas de Bland & Altman (painéis inferiores) indicam concordância no limite de aceitação (95 e 94% dos indivíduos dentro dos limites $\pm 1,96$ DP; respectivamente). A fórmula de Tanaka, entretanto, apresenta acurácia ligeiramente melhor, pois apresenta menor diferença entre as médias (medida e estimada) e um menor número de indivíduos situados fora dos limites de concordância. Importante observar que a maior parte dos indivíduos fora dos limites de concordância são homens. Além disso, constata-se também a ocorrência de viés de estimativa da creatinina prevista em mulheres pela fórmula de Kawasaki.



r: coeficiente de correlação de Pearson; DP: desvio padrão.

Figura 1. Análise de correlação (A e B) e de concordância (C e D) entre a creatinina excretada na urina de 24 h e a prevista pelas fórmulas de Tanaka ou de Kawasaki. As retas de regressão foram calculadas pelo método dos mínimos quadrados.

A Figura 2 apresenta os gráficos de correlação entre o sódio medido na urina de 24 h e o estimado pela urina casual 1 e 2. As correlações foram moderadas (r entre 0,51 e 0,55). A fórmula de Tanaka subestima o sódio nos indivíduos com maior excreção de 24 h, independente da urina casual. Ao contrário, a fórmula de Kawasaki tende a superestimar o sódio em relação às urinas com menor excreção de sódio em ambas as amostras coletadas. A Figura 3 apresenta os diagramas de Bland & Altman para avaliar a concordância entre os métodos que estimam excreção de sódio. Pode-se observar que, apesar de a fórmula de Tanaka apresentar uma menor diferença entre as médias, principalmente na urina casual 2, ocorre viés de estimativa, com subestimação crescente dos valores de excreção à medida que aumenta o consumo deste nutriente. Já a fórmula de Kawasaki apresenta diferença maior entre as médias, sendo o valor estimado por fórmula cerca de 50 mEq/dia maior do que o valor medido (correspondendo a um erro de estimativa cerca de 3 g de sal por dia).



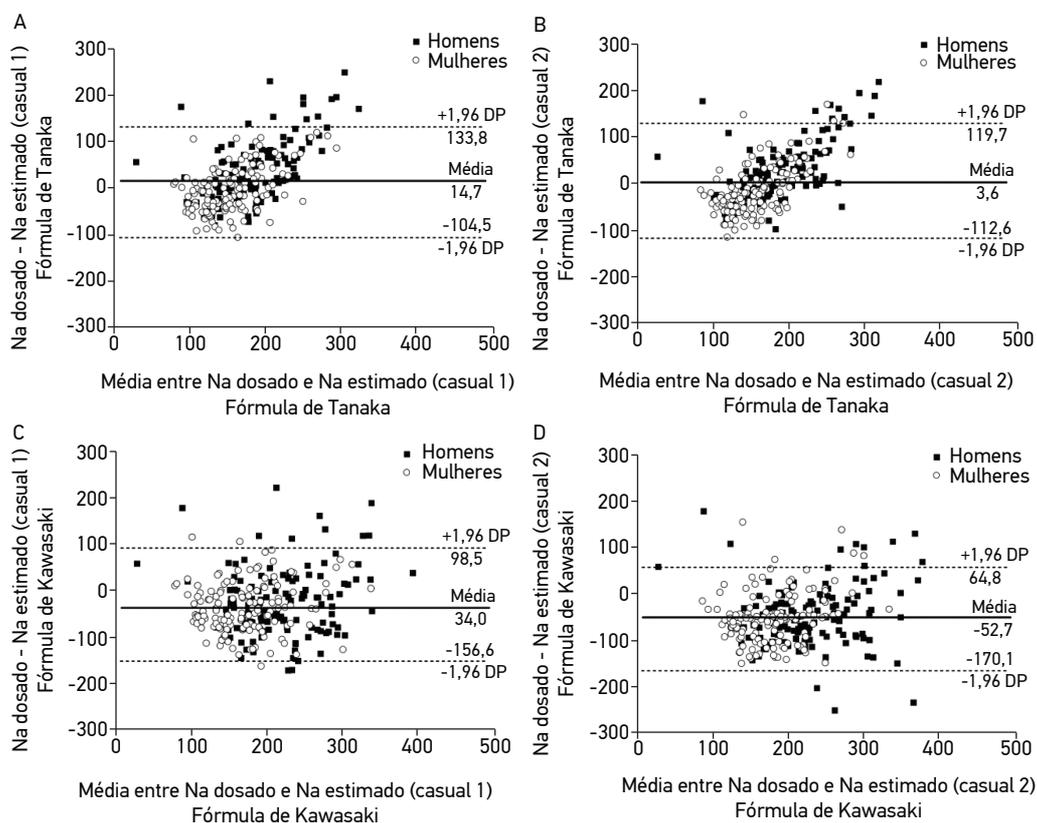
r : coeficiente de correlação de Pearson.

Figura 2. Análise de correlação entre o sódio medido na urina de 24 h e o estimado pelas fórmulas de Tanaka e de Kawasaki aplicadas aos parâmetros medidos na urina casual 1 e 2. As retas de regressão foram calculadas pelo método dos mínimos quadrados.

A Figura 4 mostra a diferença entre o sal medido (urina de 24 h) e o estimado pelas fórmulas aplicadas às urinas casual 1 e 2, em função do consumo diário de sal medido pela urina de 24 h. Observa-se que a fórmula de Tanaka estima com acurácia de 1 g de sal/dia apenas o consumo de indivíduos com ingestão entre 9 e 12 g/dia. A fórmula de Tanaka tende a superestimar categorias com baixa ingestão e subestimar as categorias com alto consumo. Já a fórmula de Kawasaki estima adequadamente o consumo de sal entre 12 e 18 g/dia pela casual 1 e tende a superestimar o consumo nas categorias com baixa ingestão de sal.

DISCUSSÃO

A coleta urinária de 24 h tem sido usada como padrão-ouro para se estimar o consumo de sódio em indivíduos e populações⁸. Entretanto, há dificuldades para se realizar este procedimento tendo em vista a necessidade de se proceder a coleta fora do domicílio, às vezes no local de trabalho. Desta forma, têm havido esforços para se padronizar métodos mais



DP: desvio padrão.

Figura 3. Análise de concordância (Bland & Altman) entre o sódio medido na urina de 24 h e o estimado através das fórmulas de Tanaka e de Kawasaki aplicadas aos parâmetros medidos na urina casual 1 e 2.

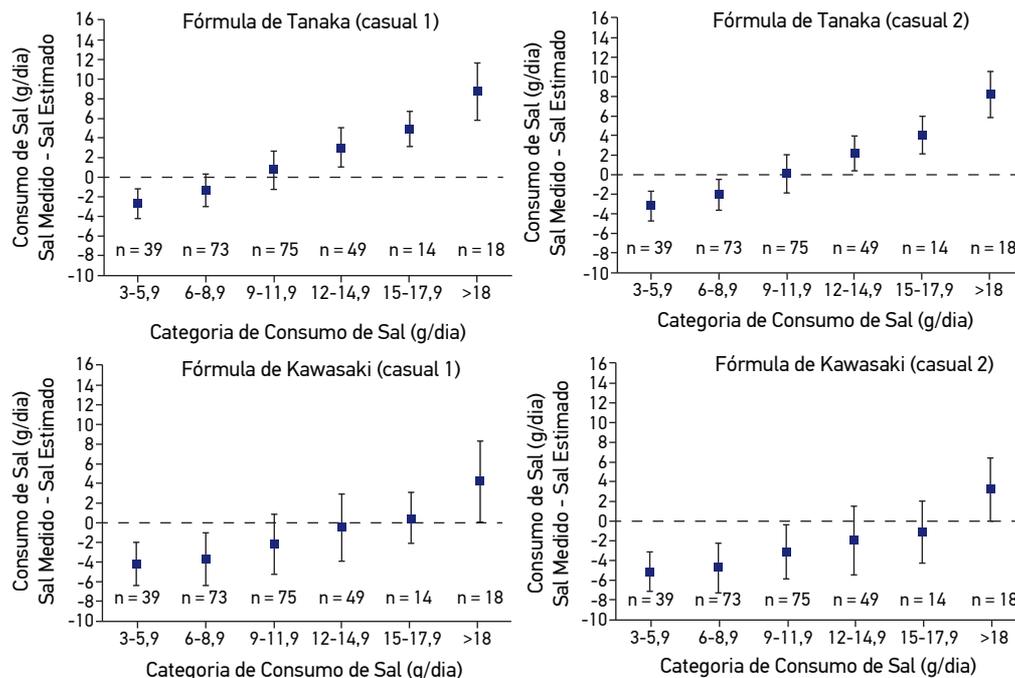


Figura 4. Diferenças entre o sal medido nas 24 h e o sal estimado pelas fórmulas de Tanaka e Kawasaki a partir de dados obtidos nas urinas casual 1 e 2, em função das categorias de consumo de sal.

práticos de coleta^{8,10,21}. A acurácia destes métodos, entretanto, tem sido questionada²¹⁻²⁴, daí a necessidade de estudos de validação em populações diferentes daquela onde foram desenvolvidos^{11-13,25}. A acurácia da estimativa da excreção de sódio pela urina casual depende, em grande parte, da acurácia na estimativa da excreção de creatinina em 24 h com base no sexo, peso e altura. Entretanto, a dieta e massa magra também influenciam este parâmetro^{15,16}, havendo necessidade de se validar tais fórmulas em nossa população.

A amostra utilizada pode ser considerada representativa da população adulta de Vitória com base em outros estudos²⁶⁻²⁸. A perda inicial (n = 66) decorreu da não realização da coleta urinária de 24 h. Entre os que coletaram a urina (n = 330), foi feita uma verificação rigorosa da hora do início e fim da coleta e aplicados critérios rigorosos para considerar a coleta “válida”. O critério que levou à maior parte das perdas foi a creatinina excretada por kilo de peso corporal^{16,17}. Os cálculos basearam-se em 272 adultos, com distribuição balanceada por sexo e faixa etária. Apesar de suficiente para estudos de concordância, é insuficiente para análises de subgrupos. Um diferencial deste estudo foi incluir duas amostras de urina casual para verificar se a hora da coleta influenciaria na concordância e precisão.

Um dos fatores que mais contribuem para a imprecisão do uso das fórmulas é a estimativa da excreção de creatinina de 24 h^{12,14}. Verificamos que, apesar da forte correlação entre a excreção medida e a estimada, a análise de concordância mostra média da diferença entre estimada e

a medida de quase 100 mg/24 h, ou seja, um erro próximo a 8%. Desta forma, pode-se esperar erro mínimo desta ordem de grandeza na estimativa da excreção de sódio e consumo de sal. Com base neste fato, inferimos não ser possível estimar o consumo de sódio com uso destas fórmulas com erro inferior a 10%, o que equivaleria a cerca de 1 g de sal por dia. Outro fato constatado foi a presença de erro sistemático ao se estimar a excreção de creatinina em mulheres pela fórmula de Kawasaki. Portanto, os dados sugerem que a fórmula de Tanaka apresentaria melhor desempenho para se estimar a excreção de creatinina de 24 h em nossa população. Entretanto, seria importante desenvolver fórmulas específicas para as características da nossa população, se possível com base na massa magra para atenuar o viés decorrente da obesidade¹⁶. O crescimento do IMC médio na população brasileira nas últimas décadas constitui fonte de imprecisão nesta área.

Nossos dados mostraram que o consumo de sal estimado pelo padrão-ouro é bastante elevado em comparação com outras populações^{9,21,25}, sendo maior do que duas vezes a recomendação atual de 5 g de sal por dia²⁹. O impacto do consumo de sal na pressão arterial dos indivíduos incluídos neste estudo foi descrito em outra publicação³⁰. Nota-se que o consumo atual parece ser decrescente em relação aos estudos anteriores realizados na mesma população de Vitória^{10,27,28}. Entretanto, esse achado deve ser visto com cautela, pois o método da coleta urinária foi diferente nos estudos anteriores. Cabe destacar que os subgrupos que mais se beneficiam da redução do consumo de sal, como os hipertensos, ainda apresentam consumo muito superior ao recomendado^{29,31}.

De modo similar ao que se observou em outros estudos^{12,13,23-25}, observamos uma correlação apenas moderada entre a ingestão de sal estimada pela urina casual e o consumo medido em 24 h. Muitos autores têm aceitado o uso de tais fórmulas apenas com base em análises de correlação^{4,7,13}. Entretanto, altos graus de correlação podem ser obtidos apenas pela existência de subgrupos (*clusters*) que se alinham em torno de uma tendência, como fica evidente ao se analisar a correlação entre a creatinina prevista e a medida pelas fórmulas de Tanaka e Kawasaki (Figura 1). As correlações altas ($r > 0,7$) devem-se ao fato de as mulheres excretarem menos creatinina que homens e que esses dois grupos se alinham ao longo de uma tendência única. Se a análise de correlação fosse feita separadamente por sexos, os coeficientes seriam bem mais baixos ($r < 0,4$), ou, o que seria pior, com ângulos diferentes conforme pode ser visto com o uso da fórmula de Kawasaki (Figura 1B). Portanto, a confiabilidade do uso destas fórmulas requer análise de concordância entre os dois métodos, o que se obtém com o método de Bland & Altman¹⁹. Essa análise mostrou validade limitada da urina casual para se estimar a excreção de sódio de 24 h, uma vez que a concordância entre os métodos e o percentual de erro (que se situa em até 70% entre o medido e o estimado em determinados indivíduos) é muito grande. Ambas as fórmulas, entretanto, têm acurácia boa para determinar o consumo médio da amostra. Os erros encontrados em torno da média subestimaram o consumo de homens (em torno de 15%) e, em geral, superestimam o consumo de mulheres (de 5 a 10%). Vê-se, portanto, que a acurácia da média de consumo de uma população depende de compensação de erros nas estimativas de consumo de homens e mulheres. Os nossos dados mostram que a acurácia da média depende também do balanceamento entre sexos no grupo, sendo maior o erro ao se calcular a média para determinado subgrupo.

Outro viés observado em nosso estudo resulta das fórmulas finais usadas no cálculo da excreção total de sódio em 24 h. O uso de potência inferior a 1 (0,392 na fórmula de Tanaka e 0,5 na de Kawasaki) atenua os extremos de consumo convergindo estes para a média do grupo. O efeito desejado é, exatamente, o de melhorar a acurácia de estimativa da média de consumo da população. Mas dificulta a análise por subgrupos ou distorce completamente a estimativa de consumo individual como pode ser visto na análise da Figura 4. Como o consumo médio de sal situou-se em torno de 10 g/dia, e dada a grande variabilidade deste item na dieta, consideramos tolerável o erro de até 1 g por dia. Se este parâmetro for usado, a fórmula de Tanaka só seria adequada para se estimar a ingestão de sal em indivíduos consumindo entre 9 a 12 g/dia. Com a fórmula de Kawasaki, a mesma acurácia só vai ser atingida para indivíduos com consumo entre 12 e 18 g/dia. Essa conclusão é concordante com revisões recentes^{21,24}, mas discordante em relação a outros estudos que consideram as estimativas de consumo de sal com base na urina casual como adequadas para análises epidemiológicas ou para seguimento do consumo individual^{8,9,11,12,32,33}. A aceitação dos métodos, entretanto, foi feita apenas com base em análises de concordância. A introdução de uma potência que suaviza extremos de consumo foi ressaltada por Tanaka et al.¹² em seu estudo inicial, ressaltando a inadequação do método para estimativas de consumo individual. Altos coeficientes de correlação não são suficientes para sinalizar equivalência entre métodos³⁴.

Nosso estudo tem pontos fortes e limitações. Os pontos fortes são a obtenção de dados da população geral e o rigor metodológico na determinação do tempo de coleta de urina por 24 h. Além disso, foi possível comparar o desempenho das fórmulas em duas coletas casuais de urina. Finalmente, usamos testes robustos de validação. A nossa maior limitação é termos amostra insuficiente para análises de subgrupos e não ser possível avaliar a perda de sódio por sudorese, fator importante em país de clima tropical.

CONCLUSÃO

Considerando os dados e as limitações, pode-se concluir que a aplicação da fórmula de Tanaka com parâmetros medidos na urina casual coletada fora do período de jejum seria aquela que conduziria ao menor erro para se estimar a excreção diária de sódio e o consumo de sal na nossa população. A precisão de 1 g/dia, entretanto, só é alcançada para uma estreita faixa de consumo situada em torno da média populacional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os participantes desta pesquisa e ao Laboratório Tommasi, responsável pela realização graciosa de todos os exames bioquímicos no sangue. O estudo foi realizado com recursos do Departamento de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde.

REFERÊNCIAS

- Picon RV, Fuchs FD, Moreira LB, Riegel G, Fuchs SC. Trends in prevalence of hypertension in Brazil: a systematic review with meta-analysis. *PloS One* 2012; 7(10): e48255.
- O'Donnell MJ, Xavier D, Liu L, Zhang H, Chin SL, Rao-Melacini P, et al. Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): a case-control study. *Lancet* 2010; 376: 112-23.
- Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (The INTERHEART Study): case-control study. *Lancet* 2004; 364(9438): 937-52.
- Brown IJ, Dyer AR, Chan Q, Cogswell ME, Ueshima H, Stamler J, et al. Estimating 24-h urinary sodium excretion from casual urinary sodium concentrations in western populations: The Intersalt Study. *Am J Epidemiol* 2013; 177(11): 1180-92.
- Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R; Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet* 2002; 360(9349): 1903-13.
- Aaron KJ, Sanders PW. Role of dietary salt and potassium intake in cardiovascular health and disease: a review of the evidence. *Mayo Clinic Proc* 2013; 88(9): 987-95.
- Schachter J, Harper PH, Radin ME, Caggiula AW, McDonald RH, Diven WF. Comparison of sodium and potassium intake with excretion. *Hypertension* 1980; 2(5): 695-9.
- Bentley B. A review of methods to measure dietary sodium intake. *J Cardiovasc Nurs* 2006; 21: 63-7.
- Mozaffarian D, Fahimi S, Singh GM, Micha R, Khatibzadeh S, Engell RE, et al. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *N Engl J Med* 2014; 371(7): 624-34.
- Mill JG, Silva AB, Baldo MP, Molina MC, Rodrigues SL. Correlation between sodium and potassium excretion in 24- and 12-h urine samples. *Braz J Med Biol Res* 2012; 45(9): 799-805.
- Kawasaki T, Itoh K, Uezono K, Sasaki H. A simple method for estimating 24 h urinary sodium and potassium excretion from second morning voiding urine specimen in adults. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1993; 20(1): 7-14.
- Tanaka T, Okamura T, Miura K, Kadowaki T, Ueshima H, Nakagawa H, et al. A simple method to estimate population 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* 2002; 16(2): 97-103.
- Mann SJ, Gerber LM. Estimation of 24-hour sodium excretion from spot urine samples. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2010; 12(3): 174-80.
- Kawasaki T, Uezono K, Itoh K, Ueno M. Prediction of 24-hour urinary creatinine excretion from age, body weight and height of an individual and its application. *Nippon Koshu Eisei Zasshi* 1991; 38(8): 567-74.
- Kesteloot HE, Joossens JV. Relationship between dietary protein intake and serum urea, uric acid and creatinine, and 24-hour urinary creatinine excretion: the BIRNH Study. *J Am Coll Nutr* 1993; 12(1): 42-6.
- Forbes GB, Bruining GJ. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *Am J Clin Nutr* 1976; 29(12): 1359-66.
- Polónia J, Maldonado J, Ramos R, Bertoquini S, Duro M, Almeida C, et al. Estimation of salt intake by urinary sodium excretion in a Portuguese adult population and its relationship to arterial stiffness. *Rev Port Cardiol* 2006; 25(9): 801-17.
- Bingham SA, Cummings JH. The use of creatinine output as a check on the completeness of 24-h urine collections. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39(5): 343-53.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1(8476): 307-10.
- Hanneman SK. Design, analysis, and interpretation of method-comparison studies. *AACN Adv Crit Care* 2008; 19: 223-34.
- Ji C, Sykes L, Paul C, Dary O, Legetic B, Campbell NRC, Cappuccio FP, et al. Systematic review of studies comparing 24-hour and spot urine collections for estimating population salt intake. *Rev Panam Salud Publica* 2012; 32(4): 307-15.
- McLean RM. Measuring population sodium intake: A review of methods. *Nutrients* 2014; 6(11): 4651-62.
- Toft U, Cerqueira C, Andreasen AH, Thuesen BH, Laurberg P, Ovesen L, et al. Estimating salt intake in a Caucasian population: can spot urine substitute 24-hour urine samples? *Eur J Prev Cardiol* 2014; 21(10): 1300-7.
- Cogswell ME, Wang CY, Chen TC, Pfeiffer CM, Elliott P, Gillespie CD, et al. Validity of predictive equations for 24-h urinary sodium excretion in adults aged 18-39 y. *Am J Clin Nutr* 2013; 98(6): 1502-13.
- Ji C, Miller MA, Venezia A, Strazzullo P, Cappuccio FP. Comparisons of spot vs 24-h urine samples for estimating population salt intake: validation study in two independent samples of adults in Britain and Italy. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014; 24(2): 140-7.

26. Pires de Sousa AG, Pereira AC, Marquezzine GF, Marques do Nascimento-Neto R, Freitas SN, de C Nicolato RL, et al. Derivation and external validation of a simple prediction model for the diagnosis of type 2 diabetes mellitus in the Brazilian urban population. *Eur J Epidemiol* 2009; 24(2): 101-9.
27. Bisi Molina M del C, Cunha R de S, Herkenhoff LF, Mill JG. Hypertension and salt intake in an urban population. *Rev Saúde Publica* 2003; 37(6): 743-50.
28. Rodrigues SL, Baldo MP, Machado RC, Forechi L, Molina M del C, Mill JG. High potassium intake blunts the effect of elevated sodium intake on blood pressure levels. *J Am Soc Hypertens* 2014; 8(4): 232-8.
29. Whelton PK, Appel LJ, Sacco RL, Anderson CA, Antman EM, Campbell N, et al. Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease: further evidence supporting the American Heart Association sodium reduction recommendations. *Circulation* 2012; 126(24): 2880-9.
30. Rodrigues SL, Souza-Júnior PR, Pimentel EB, Baldo MP, Malta DC, Mill JG, et al. Relationship between salt consumption measured by 24-h urine collection and blood pressure in the adult population of Vitória (Brazil). *Braz J Med Biol Res* 2015 ;48(8): 728-35.
31. Kawamura M, Kusano Y, Takahashi T, Owada M, Sugawara T. Effectiveness of a spot urine method in evaluating daily salt intake in hypertensive patients taking oral antihypertensive drugs. *Hypertens Res* 2006; 29(6): 397-402.
32. Imai E, Yasuda Y, Horio M, Shibata K, Kato S, Mizutani Y, et al. Validation of the equations for estimating daily sodium excretion from spot urine in patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol* 2011; 15(6): 861-7.
33. Rhee MY, Kim JH, Shin SJ, Gu N, Nah DY, Hong KS, et al. Estimation of 24-hour urinary sodium excretion using spot urine samples. *Nutrients* 2014; 6(6): 2360-75.
34. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: Why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 1995; 346(8982): 1085-87.

Recebido em: 28/05/2015

Versão final apresentada em: 30/09/2015

Aceito em: 06/10/2015