

# SAL Y TENSIÓN ARTERIAL EN RIO GRANDE DO SUL, BRASIL<sup>1</sup>

**Eduardo de A. Costa,<sup>2</sup> Geoffrey A. Rose,<sup>3</sup> Carlos H. Klein,<sup>2</sup>  
Maria do Carmo Leal,<sup>2</sup> Celia L. Szwarcwald,<sup>2</sup> Sergio L. Bassanesi,<sup>4</sup>  
Aloyzio C. Achutti<sup>5</sup> y Ayrton Fischman<sup>6</sup>**

*En una encuesta realizada en 1978 en Rio Grande do Sul, Brasil, se entrevistó a 4 565 personas de las que se obtuvieron datos sobre la tensión arterial y muestras de orina para conocer la concentración de sodio y creatinina. Los resultados de la encuesta indicaron la existencia de numerosas relaciones entre la tensión arterial y el sodio, y en el presente estudio se analizan algunas de ellas. Las diferencias de tensión arterial observadas podrían reflejar la capacidad del riñón para procesar el sodio, en la cual influyen la edad y factores hereditarios y ambientales. Se sugiere que la restricción de la ingesta de sal podría beneficiar la salud de la población.*

En 1978, en Rio Grande do Sul, estado del extremo sur del Brasil, se llevó a cabo un sondeo sobre tensión arterial en una muestra de familias. La prevalencia de hipertensión arterial, definida según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en dicho estado fue 11,25% (intervalo de confianza de 95% = 9,75-12,75). La prevalencia de hipertensión ajustada según la edad fue 10,46% en los hombres y 12,70% en las mujeres ( $P < 0,01$ ). Además, la prevalencia de hipertensión, ajustada según la edad y el sexo, fue 11,17% en las personas de raza blanca y 16,31% en las de otras razas ( $P < 0,01$ ).

Se observó que las tensiones sistólicas y diastólicas aumentaban con la edad. En los individuos menores de 45 años ambas tensiones eran más elevadas en los grupos con ingresos más bajos, menor nivel de educación, empleados en el sector secundario de la economía y en los asalariados. Las mujeres que tomaban anticonceptivos tenían tensiones sistólicas y diastólicas más elevadas ( $P < 0,001$  y  $P < 0,05$ ) que las que no los tomaban.

Estos y otros resultados se han presentado en una tesis doctoral (1), en reuniones científicas (2-6) y en diversos trabajos publicados (7-12). No obstante, como la naturaleza de la asociación entre la ingesta de sal y la hipertensión arterial sigue siendo controvertida (13) y habida cuenta de la relevancia que parecen tener algunos hallazgos no publicados, se consideró que sería interesante presentar los resultados del Sondeo sobre Tensión Arterial en Rio Grande do Sul, especialmente en vista de la reciente revi-

<sup>1</sup> Se publica en el *Bulletin of the Pan American Health Organization*, Vol 24, No. 2, 1990, con el título "Salt and Blood Pressure in Rio Grande do Sul, Brazil".

<sup>2</sup> Escuela Nacional de Salud Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro. Dirección postal: Escola Nacional de Saúde Pública-Fiocruz, Rua Leopoldo Bulhões, 1480, 21041, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, Reino Unido.

<sup>4</sup> Secretaría de Salud del Estado de Rio Grande do Sul (SSMA/RGS), Porto Alegre, Brasil.

<sup>5</sup> Programa Cardiovascular, SSMA/RGS.

<sup>6</sup> Escuela de Salud Pública, SSMA/RGS.

sión de la muestra de 1978 del Área Metropolitana de Porto Alegre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En 1974 se llevó a cabo en Rio Grande do Sul, Brasil, un sondeo sobre nutrición y gastos familiares conocido por el acrónimo de ENDEF. Entre otras actividades, se midió durante siete días la ingesta de sal de los sujetos entrevistados. La lista de direcciones de los participantes seleccionada al azar para dicho sondeo se utilizó como marco de muestreo en el sondeo transversal sobre presión arterial efectuado en 1978, que se describe en este artículo. Por lo tanto, la muestra del sondeo sobre tensión arterial se puede considerar como una submuestra del sondeo sobre nutrición. En este último, las familias se seleccionaron mediante un muestreo sistemático y estratificado de diseño complejo, siguiendo el modelo "Atlántida" (14-16).

En el sondeo de tensión arterial de 1978, se asignaron distintas probabilidades de selección a las familias y se definieron, de este modo, cuatro estratos o "complejos geoeconómicos" de estudio, cada uno de los cuales contenía aproximadamente 1 100 sujetos de 20 a 74 años de edad.

En total, se contactaron 2 056 (94,7%) de las familias seleccionadas y se entrevistó y examinó a 4 565 personas (94,4% de los 4 835 habitantes de 20 a 74 años de edad), de los cuales 1 133 pertenecían al complejo geoeconómico de la capital ("Porto Alegre"), 1 148, al "Cinturón metropolitano", 1 198, al "Interior urbano" y 1 086, al "Rural interior".

A los participantes se les entregó un cuestionario sobre datos demográficos, socioeconómicos y médicos. Las tensiones arteriales se midieron con un esfigmomanómetro especialmente modificado para reducir

el sesgo del observador. En este aparato (Tycos, columna de mercurio) se sustituyó la válvula de escape por otra de flujo continuo (que produce una media de 2 mmHg por segundo entre 200 y 30 mmHg) que se cerraba completamente bajo presión. Además, los valores de la escala se podían leer presionando el botón que iluminaba por detrás los números de la escala. Las muestras de orina se extrajeron con objeto de medir las concentraciones de sodio y creatinina. Además, se seleccionó una submuestra aleatoria de 647 personas para efectuar estudios clínicos y electrocardiográficos y recoger muestras de orina de 24 horas.

Los detalles de los métodos empleados en el sondeo, que se rigen por los criterios recomendados por la OMS (17, 18), figuran en otra publicación (1). Para realizar el análisis estadístico de los resultados se utilizó el *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) (19). Este trabajo se llevó a cabo en el Núcleo de Computación de la Universidad Federal de Rio de Janeiro y en el Centro de Computación de la Universidad de Londres.

## RESULTADOS

En el cuadro 1 figuran las prevalencias observadas de hipertensión arterial (según los criterios de la OMS) y la ingesta promedio de sal al día (estimada a partir de la eliminación urinaria de sal) de los cuatro estratos estudiados. Como se puede apreciar, no se observó ninguna relación evidente entre ambas variables. De acuerdo con otros estudios (20), la eliminación de sal siguió una tendencia que varió inversamente con la urbanización en Rio Grande do Sul, mientras que la hipertensión siguió un gradiente que correspondió directamente al de industrialización.

Para efectuar un análisis más complejo, se combinaron los datos de los cuatro estratos. El coeficiente de correlación entre la tensión arterial y la eliminación de sodio (expresada como el log Na/creatinina), calculado a partir de los datos combinados, no

**CUADRO 1. Prevalencias de hipertensión e ingesta diaria promedio de sal de los sujetos pertenecientes a los cuatro estratos (complejos geoeconómicos) que participaron en el sondeo sobre la tensión arterial en Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Estrato	Sujetos sondeados <sup>a</sup> (No.)	Hipertensos <sup>b</sup> (%)		Ingesta de sal <sup>d</sup>	
		No ajustada	Ajustada <sup>c</sup>	No ajustada	Ajustada <sup>e</sup>
Porto Alegre	1 133	11,36	12,48	13,1	11,8
Cinturón metropolitano	1 148	13,16	13,78	14,0	12,6
Interior urbano	1 198	11,64	11,24	14,4	13,0
Interior rural	1 086	9,96	9,40	15,0	13,5

<sup>a</sup> Faltan ocho valores de la tensión sistólica (se encontraban fuera del intervalo aceptado) y 136 de las concentraciones de sodio y creatinina (fuera de intervalo o perdidos en el campo o en los laboratorios).

<sup>b</sup> Según los criterios de la OMS (tensión sistólica  $\geq$  160 mmHg o tensión sistólica  $\geq$  95 mmHg)

<sup>c</sup> Cifras ajustadas por edad y sexo.

<sup>d</sup> Gramos de NaCl al día, estimados mediante el antilogaritmo de la media del log(Na/creatinina) de las muestras selectivas de orina por 1,60 (ajuste según la creatinina diaria) por 0,058.

<sup>e</sup> Valores corregidos para el efecto de la sobreestimación de la medición de la concentración de las muestras selectivas de orina (10%).

difirió significativamente de 0. Sin embargo, como se observa en el cuadro 2, cuando se utilizaron cinco variables de control relevantes para estudiar la asociación de la tensión arterial con el log (Na/creatinina) y también con las concentraciones de creatinina y sodio, los coeficientes de correlación para el log (Na/creatinina) fueron significativos y, al mismo tiempo, cuatro coeficientes de correlación dejaron de ser significativos para la concentración de sodio.

Es muy probable que los valores persistentemente significativos y negativos para la concentración de creatinina que aparecen en el cuadro 2 reflejen el factor de dilución de la orina. Esta observación, que coincide con la elevada correlación encontrada entre el log (Na/creatinina) y la concentración de creatinina ( $r = -0,70$ ), podría deberse a que la eliminación de grandes cantidades de sodio se acompaña de un aumento de la eliminación de agua. (Por este motivo, la concentración de sodio no constituye un índice útil de la eliminación de sodio en las muestras de orina).

## Tendencia según la edad

En el cuadro 3 aparecen las prevalencias de hipertensión de los diferentes grupos de edad y de los sujetos con distintos

niveles de eliminación de sal y en el cuadro 4, la razón de productos cruzados (odds ratio) como estimación del riesgo relativo de hipertensión de los miembros de estos grupos.

Como se puede observar, el aumento en la prevalencia de hipertensión correspondió al aumento de la eliminación de sodio, excepto en el grupo de sujetos más jóvenes (20-34 años), cuyas prevalencias de hipertensión fueron muy bajas. Además, el riesgo de hipertensión (definida según los criterios de la OMS) de los sujetos que eliminaban menos de 150 meq de Na/g de creatinina (aproximadamente 14 g de NaCl al día o 12,8 g, si se corrige esa cifra) fue más o menos la mitad del riesgo correspondiente a aquellos que eliminaban más de 210 meq de Na/g de creatinina (alrededor de 19,5 g de NaCl/día o 17,6 g, si se ajusta esta cifra), lo cual corresponde a una razón de productos cruzados significativamente mayor que 1. Asimismo, en el cuadro 4 se puede apreciar que la razón de productos cruzados también aumentó con la edad.

**CUADRO 2. Coeficientes de correlación entre la tensión arterial y el log(Na/creatinina), concentraciones de creatinina y las de sodio (n = 4 165). Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Tensión arterial	Orden de r <sup>a</sup>	Logaritmo (Na/creatinina)	Concentración	
			Creatinina	Sodio
Sistólica	0	0,027	-0,086 <sup>b</sup>	-0,119 <sup>b</sup>
	5	0,087 <sup>b</sup>	-0,088 <sup>b</sup>	-0,039
Diastólica-IV <sup>c</sup>	0	0,012	-0,028	-0,051 <sup>b</sup>
	5	0,061 <sup>b</sup>	-0,052 <sup>b</sup>	-0,014
Diastólica-V <sup>d</sup>	0	0,012	-0,026	-0,040
	5	0,058 <sup>b</sup>	-0,047	-0,001
Tensión media-V <sup>e</sup>	0	0,021	-0,059 <sup>b</sup>	-0,083 <sup>b</sup>
	5	0,080 <sup>b</sup>	-0,073 <sup>b</sup>	-0,020
Tensión del pulso-V <sup>f</sup>	0	0,027	-0,096 <sup>b</sup>	-0,129 <sup>b</sup>
	5	0,064 <sup>b</sup>	-0,073 <sup>b</sup>	-0,048

<sup>a</sup> Los coeficientes de correlación de quinto orden están corregidos según edad, sexo, índice de Quetelet, momento de la recolección de las muestras de orina y frecuencia del pulso.

<sup>b</sup> P ≤ 0,01.

<sup>c</sup> Registro del punto final de la fase IV (amortiguamiento de los sonidos).

<sup>d</sup> Registro del punto final de la fase V (desaparición de los sonidos)

<sup>e</sup> Tensión media "biológica", estimada a partir de la tensión diastólica (fase V) más un tercio de la tensión del pulso.

<sup>f</sup> Tensión sistólica menos tensión diastólica (fase V).

**CUADRO 3. Prevalencias de hipertensión<sup>a</sup> por grupos de edad (años) y niveles de eliminación de sal.<sup>b</sup> Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Na/creatinina (meq/g)	No. de sujetos y % de hipertensos en cada grupo de edad							
	20-34		35-54		55-74		20-74	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
<150	765	1,05	834	9,35	451	27,05	2 050	10,15
150-210	444	0,90	513	12,67	215	29,30	1 172	11,26
>210	518	1,74	490	16,12	199	45,73	1 207	14,83
Todos los sujetos	1 727	1,22	1 837	12,08	865	31,91	4 429	11,72

<sup>a</sup> Según los criterios de la OMS (tensión sistólica ≥ 160 mmHg o tensión diastólica ≥ 95 mmHg)

<sup>b</sup> Calculada a partir de la eliminación de sodio en las muestras ocasionales de orina y corregida según la eliminación de creatinina

**CUADRO 4. Razones de productos cruzados<sup>a</sup> de los hipertensos respecto a los no hipertensos ("normotensos")<sup>b</sup> para cuatro grupos de edad y tres intervalos de la razón sodio/creatinina en muestras de orina ocasionales (n = 4 429). Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Na/creatinina (meq/g)	Grupos de edad (años)				
	20-34	35-54	55-74	20-74	EE <sup>c</sup>
(150-210) x < 150	0,86	1,41	1,12	1,24	0,16
> 210 x (150-210)	1,94	1,32	2,03 <sup>d</sup>	1,61 <sup>d</sup>	0,21
> 210 x < 150	1,67	1,86 <sup>d</sup>	2,27 <sup>d</sup>	2,02 <sup>d</sup>	0,24

<sup>a</sup> Tensión sistólica ≥ 160 mmHg o tensión diastólica ≥ 95 mmHg.

<sup>b</sup> Tensión sistólica < 160 mmHg y tensión diastólica < 95 mmHg.

<sup>c</sup> Error estándar.

<sup>d</sup> Estadísticamente distinta de la unidad (alfa = 0,05).

De los 45 a los 54 años se producen varios fenómenos interesantes desde el punto de vista epidemiológico. En primer lugar, la tensión sistólica media de las mujeres alcanza y sobrepasa a la de los varones del mismo grupo de edad. En segundo lugar, la tensión diastólica media de ambos sexos se estabiliza. En tercer lugar, el valor del log (Na/creatinina) comienza a disminuir y, por último, la prevalencia de hipertensión aumenta rápidamente. Por estos motivos, en el análisis que figura a continuación se dividió a la población estudiada en personas "jóvenes" (sujetos de 20 a 49 años) y "mayores" (individuos de 50 a 74 años de edad). En algunos casos, el grupo de sujetos más jóvenes se subdividió a su vez en dos intervalos de edad, uno de 20 a 34 años y otro de 35 a 49, con el fin de ofrecer la oportunidad de valorar las tendencias con la edad. No obstante, se debe hacer constar que el número de hipertensos en los subgrupos de la población estudiada pertenecientes a los últimos intervalos de edad fue muy bajo.

El efecto global observado de los niveles de eliminación de sodio sobre la tensión sistólica, una vez ajustados según la edad, el índice de Quetelet, la circunferencia del brazo, el momento de la recogida de las muestras de orina y la frecuencia del pulso, se puede expresar mediante la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Tensión sistólica (TS)} = 112,4 + 7,1 \log(\text{Na/creatinina})$$

Las ecuaciones de regresión correspondientes a los tres grupos de edad mencionados anteriormente son las siguientes:

$$\text{TS (20-34)} = 118,3 + 1,8 \log(\text{Na/creatinina})$$

$$\text{TS (35-49)} = 110,5 + 6,9 \log(\text{Na/creatinina})$$

$$\text{TS (50-74)} = 90,8 + 15,9 \log(\text{Na/creatinina})$$

La tendencia del coeficiente angular según la edad identifica a esta variable como factor predictivo de la "sensibilidad de la tensión sistólica a la sal" y confirma los hallazgos anteriores de que la razón de productos cruzados de la hipertensión aumenta con la edad.

## Sexo, raza, edad y tensión diastólica

Como la tensión sistólica media es más elevada en las personas de raza distinta a la blanca y en las mujeres pertenecientes al grupo de edades más avanzadas (50-74), resulta interesante observar la conducta diferencial de la asociación entre la sal y la tensión arterial de los sujetos estudiados, clasificados por raza, sexo y edad. Sin embargo, como el tamaño del grupo de personas de raza distinta a la blanca en la muestra del estudio era relativamente pequeño, no se llevó a cabo una clasificación cruzada por sexo y raza de los participantes.

En el cuadro 5 aparecen los valores de la tensión sistólica media y del log(Na/creatinina) medio ajustados por regresión múltiple, tomando como variables independientes la edad de los miembros de los subgrupos, el índice de Quetelet, la circunferencia del brazo, el momento de la recogida de las muestras de orina y la frecuencia del pulso. En general, las diferencias observadas entre los niveles de tensión arterial (y probablemente las prevalencias de hipertensión) de los grupos raciales y sexos estudiados no se pueden explicar por las diferencias en la ingesta de sal, estimada a partir de los análisis de orina.

Se debe resaltar que la clasificación de los sujetos del estudio en "hipertensos" y "normotensos" que aparece en los cuadros 5 y 6 y en la figura 1 se basa exclusivamente en las lecturas de la tensión diastólica (fase V de Koroktoff).

En la figura 1 aparecen las rectas de regresión de la eliminación de sodio sobre la tensión sistólica (ambas variables están ajustadas según la edad, el índice de Quetelet, la circunferencia del brazo, el momento

**CUADRO 5. Estadísticos de las ecuaciones de regresión de la tensión sistólica ajustada<sup>a</sup> y del log(Na/creatinina/día<sup>b</sup>) ajustado<sup>a</sup> de los participantes en el sondeo con y sin hipertensión (definida por la tensión diastólica<sup>c</sup>) subdivididos por sexo y raza. Sondeo sobre la tensión arterial en Río Grande do Sul, Brasil, 1978**

Grupo	Número de sujetos en la muestra <sup>d</sup>	A <sup>e</sup>	B <sup>f</sup>	Y <sup>g</sup>	X <sup>h</sup>
Todos los hombres	1 844	112,8	6,81	129,2	2,403
Todas las mujeres	2 132	107,6	8,19	127,1	2,381
Todos los blancos	3 573	109,6	7,54	127,6	2,393
Todos los no blancos	398	115,3	6,54	130,8	2,369
Normotensos	3 568	114,6	4,12	124,4	2,388
Hipertensos	407	122,9	14,42	157,7	2,414
Hombres normotensos	1 644	117,6	3,20	125,3	2,399
Hombres hipertensos	200	113,6	17,04	155,0	2,431
Mujeres normotensas	1 924	110,5	5,59	123,8	2,378
Mujeres hipertensas	207	136,1	10,49	161,4	2,417
Blancos normotensos	3 238	113,0	4,74	124,3	2,388
Blancos hipertensos	334	122,9	13,91	156,5	2,415
No blancos normotensos	326	127,5	-1,03	125,1	2,362
No blancos hipertensos	72	114,3	20,00	162,4	2,405

<sup>a</sup> Ajustada mediante regresión múltiple (variables independientes: edad, índice de Quetelet, circunferencia del brazo, momento de la recolección de las muestras de orina y frecuencia del pulso).

<sup>b</sup> Muestras de orina ocasionales.

<sup>c</sup> Hipertensos: tensión diastólica  $\geq 90$  mmHg; normotensos: tensión diastólica  $< 90$  mmHg.

<sup>d</sup> Los sujetos que estaban a dieta y los que tomaban hormonas (incluidos los anticonceptivos) o medicamentos para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares fueron excluidos de la muestra.

<sup>e</sup> A = coeficiente lineal.

<sup>f</sup> B = coeficiente angular.

<sup>g</sup> Y = estimación ajustada de la tensión sistólica.

<sup>h</sup> X = estimación ajustada del log (Na/creatinina), corregida según la creatinina eliminada por la orina diariamente.

de la recogida de las muestras de orina y la frecuencia del pulso) para los grupos de edad 20-49, 50-74 y 20-74. La longitud de las rectas corresponde a dos desviaciones estándar de la media de eliminación de sodio ajustada.

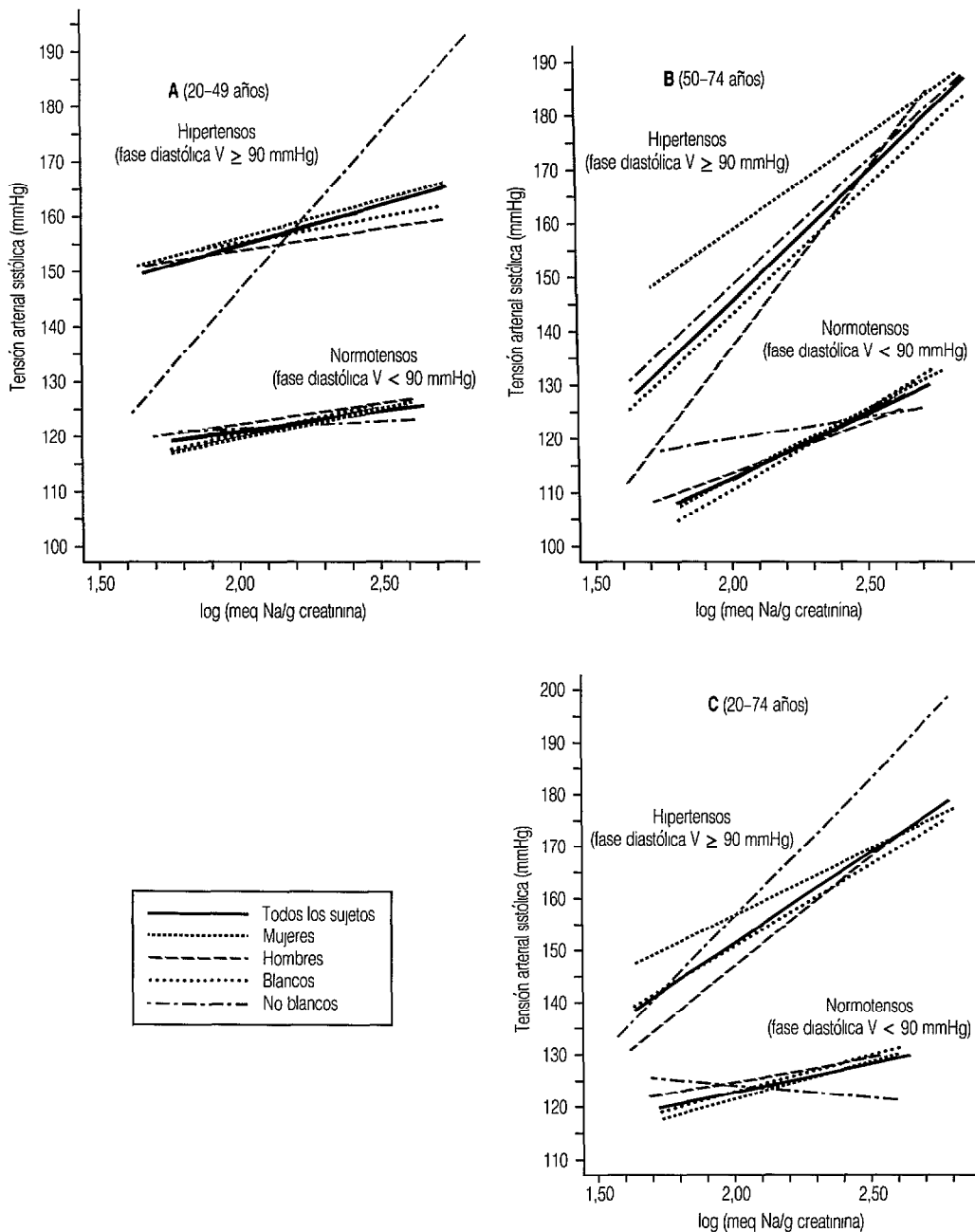
En general, la cantidad de sal eliminada por los hipertensos no fue muy diferente de la eliminada por los normotensos. Sin embargo, la respuesta de la tensión sistólica a los distintos niveles de ingesta de sal de los sujetos de edad más avanzada (aquellos pertenecientes al grupo de 50 a 74 años de edad) fue distinta de la de las personas más jóvenes. Los hipertensos de edad más avanzada también presentaron diferencias a este respecto, con relación a los normotensos del mismo grupo de edad. La tensión sistólica de los hipertensos más jóvenes (excepto los de raza distinta a la blanca) no se asoció a la eliminación de sal. Estas relaciones se pueden observar claramente en la figura 1 y

en el cuadro 6, en el que se presentan los coeficientes de correlación parcial más importantes.

## Posición laboral

Uno de los hallazgos más interesantes de este trabajo se relaciona con la tensión sistólica media de los diferentes grupos socioeconómicos. Los grupos involucrados se definieron en primer lugar sobre la base de los sectores de la economía (agricultura, industria y servicios) y de los dependientes, entendiéndose por estos últimos esposas y otras personas que nunca habían estado empleadas. A continuación, los grupos de cada sector se repartieron en los siguientes subgru-

**FIGURA 1.** Rectas de regresión de la tensión sistólica ajustada sobre el  $\log(\text{Na}/\text{creatinina})$  de los sujetos (A) de 20 a 49, (B) de 50 a 74 y (C) de 20 a 74 años de edad, por sexo, raza y tensión diastólica (fase V). Los datos que aparecen fueron ajustados por regresión múltiple: x, valores de toda la muestra, controlando las variables edad, tiempo, índice de Quetelet, circunferencia del brazo y frecuencia del pulso. Los sujetos que estaban a dieta, que tomaban hormonas (incluidos los anticoncepcionales) o medicamentos cardiovasculares fueron excluidos de la muestra



**CUADRO 6. Coeficientes de correlación (*r*) parcial (de quinto orden<sup>a</sup>) entre la tensión sistólica y el log(Na/creatinina) de los sujetos normotensos<sup>b</sup> e hipertensos,<sup>c</sup> agrupados según edad, raza y sexo. Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978<sup>d</sup>**

Grupo de edad (años)	Subgrupo	Normotensos <sup>b</sup>		Hipertensos <sup>c</sup>	
		<i>r</i>	No.	<i>r</i>	No.
Jóvenes (20-49)	Hombres	0,050	1 248	0,042	96
	Mujeres	0,072	1 465	0,072	96
	Blancos	0,053	2 455	0,049	155
	No blancos	0,019	255	0,348	36
Ancianos (50-74)	Hombres	0,095	396	0,298	104
	Mujeres	0,116	459	0,196	111
	Blancos	0,140	783	0,245	179
	No blancos	0,040	71	0,339	71
Todos (20-74)	Hombres	0,052	1 644	0,195	200
	Mujeres	0,078	1 924	0,140	207
	Blancos	0,070	3 238	0,162	334
	No blancos	-0,015	326	0,291	72

<sup>a</sup> Ajustados según la edad, índice de Quetelet, circunferencia del brazo, momento de recolección de las muestras de orina y frecuencia del pulso.

<sup>b</sup> Normotensos: tensión diastólica en fase V < 90 mmHg.

<sup>c</sup> Hipertensos: tensión diastólica en fase V ≥ 90 mmHg.

<sup>d</sup> Los sujetos que estaban a dieta o tomaban hormonas (incluidos los anticonceptivos) o medicamentos para el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares fueron excluidos de la muestra.

pos: a) propietarios y profesionales, y b) todos los demás trabajadores. En otro trabajo se puede encontrar una explicación más detallada de esta clasificación (7).

Merece la pena subrayar que la tensión sistólica de los asalariados fue de 4 a 8 mmHg más elevada que la de los propietarios y profesionales, incluso después de ajustarla según la eliminación de sal (cuadro 7), lo cual indica que estas diferencias observadas de la tensión arterial no se relacionaban con la ingesta de sal, estimada también a partir del sodio eliminado que contenían las muestras de orina. No obstante, los coeficientes de correlación parcial entre la ingesta de sal estimada y la tensión sistólica del grupo de personas dependientes (compuesto básicamente por esposas y asalariados) y de los tres grupos de asalariados fueron significativos (cuadro 8).

## DISCUSIÓN

### Sobre los métodos y los resultados globales

En un estudio de 27 comunidades publicado en 1973, la correlación entre la tensión arterial media y las estimaciones de la ingesta de sal fue positiva (21). Sin embargo, una visión escéptica de este hallazgo podría sugerir que esta correlación es el resultado de la combinación de los datos procedentes exclusivamente de solo dos grupos de comunidades. En el extremo inferior se encontrarían las comunidades primitivas cuya tensión sistólica e ingesta de sal promedio oscilaban alrededor de 115 mmHg y 2 g al día, respectivamente. En las poblaciones del extremo opuesto, las tensiones sistólicas, que variaban entre los 115 y los 160 mmHg (en la personas de edades próximas a los 55 años), no se correlacionaron claramente con la ingesta de sal, comprendida entre los 6 y los 27 g diarios.



**CUADRO 7. Tensión sistólica media, ajustada por regresión múltiple,<sup>a</sup> de los propietarios y de los trabajadores restantes, distribuidos en cuatro grupos socioeconómicos de la población estudiada. Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Sector de la economía	Posición laboral	Tensión sistólica <sup>b</sup> (mmHg)	Sujetos estudiados (No.)
Dependientes	Ninguna	129,5	545
	Propietarios y profesionales <sup>c</sup>	124,2	99
Agricultura	Trabajadores restantes	128,4	735
	Propietarios y profesionales	122,3	48
Industria	Trabajadores restantes	129,9	804
	Propietarios y profesionales	123,6	208
Sector servicios	Trabajadores restantes	128,3	1 808

<sup>a</sup> Variables independientes ajustadas: edad, sexo, índice de Quetelet, circunferencia del brazo, frecuencia del pulso y razón sodio/creatinina

<sup>b</sup> Resultados no ponderados. Análisis de la varianza de la tensión sistólica:  $F = 4,65$ ;  $P < 0,0001$ ,  $r^2$  total = 0,316. Respecto a los contrastes de las tensiones arteriales mostradas, cada grupo de propietarios fue diferente ( $P < 0,05$ ) del grupo dependiente y de todos los grupos de trabajadores. Ninguna de las diferencias entre los grupos de trabajadores fueron estadísticamente significativas.

<sup>c</sup> Se incluyeron los propietarios de negocios, de tierras > 50 hectáreas y los profesionales con títulos universitarios.

**CUADRO 8. Coeficientes de correlación (*r*) parcial (de quinto orden) de la tensión sistólica sobre la eliminación de sodio correspondientes a los grupos socioeconómicos estudiados. Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Sector de la economía	Posición laboral	Sujetos estudiados (No.) <sup>a</sup>	I log (Na/ creatinina)		II Media de dos lecturas de la tensión sistólica (mmHg)		I × II <i>r</i> <sup>b</sup>
			X	DE	X	DE	
Dependientes	Propietarios y profesionales <sup>d</sup>	437	2,36	0,24	131,5	24,3	0,162 <sup>c</sup>
		77	2,40	0,24	130,4	24,0	0,119
Agricultura	Trabajadores restantes	718	2,43	0,24	130,7	21,8	0,176 <sup>d</sup>
		42	2,34	0,22	124,7	17,4	-0,000
Industria	Propietarios y profesionales <sup>c</sup>	658	2,42	0,23	128,7	24,1	0,114 <sup>d</sup>
		191	2,35	0,20	123,7	18,7	0,029
Sector de servicios	Trabajadores restantes	1 434	2,38	0,24	127,9	22,2	0,060 <sup>e</sup>

<sup>a</sup> Los sujetos que estaban a dieta o tomaban hormonas (incluidos los anticonceptivos) o medicamentos para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares fueron excluidos de la muestra.

<sup>b</sup> Ajustados según edad, sexo, índice de Quetelet, circunferencia del brazo y frecuencia del pulso.

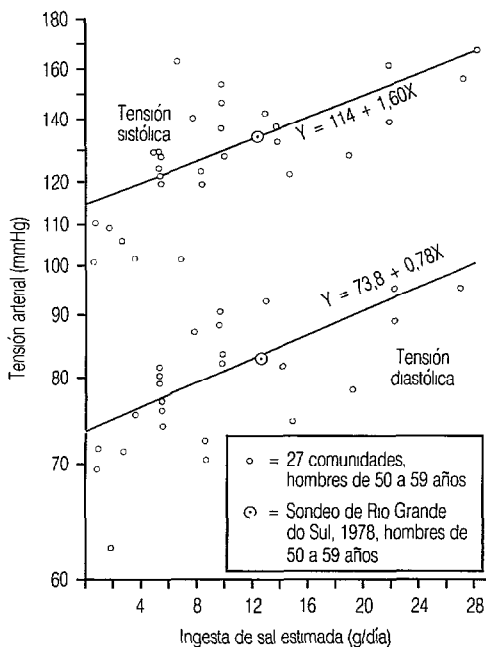
<sup>c</sup>  $0,01 < P < 0,05$ .

<sup>d</sup>  $P < 0,01$ .

No obstante, cuando las medias de esas variables, correspondientes a los varones de 50 a 59 años y calculadas en el sondeo de Rio Grande do Sul en 1978, se representan en el gráfico empleado en el estudio mencionado (21), se observa que sus valores caen sobre las rectas de regresión, mientras se tome en cuenta el efecto de la sobrestimación del sodio de las muestras ocasionales de orina (que coloca los valores de la concentración de sodio de esas muestras aproximadamente 10% por encima de los valores de sodio de las muestras de orina de 24 horas) (figura 2).

Por otro lado, se ha mencionado que varios factores físicos y psicosociales están asociados con la "cultura de la sal" de tal forma que anulan el significado causal de esta correlación (22).

**FIGURA 2. Tensiones arteriales medias (sistólicas y diastólicas) e ingesta de sal de los hombres de 50 a 59 años de edad de 27 comunidades (círculos abiertos y rectas de regresión) representadas por Gleibermann (21) y de Rio Grande do Sul (círculos sombreados) medidas en la encuesta de 1978 en Rio Grande do Sul**



En numerosos estudios diseñados para detectar una asociación entre la sal y la tensión arterial en determinadas poblaciones no se han obtenido resultados positivos. En otro estudio se afirmó que una de las razones aducidas para explicar la incapacidad de detectar una asociación —la poca variación de la ingesta de sal en la comunidad estudiada— era falsa (23). En dicho trabajo se observó que la ingesta de sal estimada a partir de las muestras de orina de 24 horas oscilaba entre 70 y 300 mmol de sodio al día. No obstante, se acepta que la magnitud de la variación de la tensión arterial y la eliminación de sodio introducida en el análisis por las dificultades metodológicas y la verdadera variación intra-sujeto es muy elevada y enmascara la detección de diferencias entre sujetos.

La eliminación de sodio posterior a la ingesta de sal varía con la hora, el día y la estación del año (24–28). La tensión arterial de los sujetos, considerados individualmente, también muestra variaciones muy amplias (29). Por consiguiente, para calcular los "verdaderos" valores individuales se ha recomendado tomar la tensión varias veces y preferiblemente en distintas ocasiones (30), así como recoger diversas muestras de orina de 24 horas (31). Como consecuencia de ello, en varios estudios se han empleado varias estimaciones, pero los resultados no han sido notables (27, 32).

Lo que se pone de manifiesto respecto a las estimaciones de la ingesta de sal es que cuantas más muestras de orina de 24 horas se incluyen en el estudio, menor es la variación de la eliminación de sodio encontrada entre sujetos. Esto puede significar que el apareamiento según la ingesta de sal de las poblaciones estudiadas ha sido excesivo.

En una revisión de varios estudios poblacionales (33) se calculó que para poder detectar pendientes significativas (0,1 mmHg/mmol Na) con un nivel de significación de 5% y un poder de 90%, si solo

se obtuviera una muestra de orina de 24 horas, sería preciso estudiar una muestra de 5 720 sujetos. Esto explica por qué la mayor parte de los estudios poblacionales no logran detectar una asociación entre la tensión arterial y la ingesta de sal.

Recientemente, en un estudio cooperativo internacional sobre la sal y la tensión arterial (34) se examinaron 10 079 individuos de 20 a 59 años de edad procedentes de 52 poblaciones. Respecto a la asociación de la tensión arterial con la eliminación de sodio en muestras de orina de 24 horas — tras ajustarla según la eliminación de potasio, la masa corporal y la ingesta de alcohol— se encontró que la tensión sistólica se reduciría 2,2 mmHg si la ingesta de sal se disminuyera de 170 a 70 mmol de sodio al día (35). Esto supone una reducción de 0,022 mmHg por mmol de sodio.

Esta última reducción, que se puede comparar con la observada en el presente estudio, es mucho menor (menos de un cuarto) que las reducciones estimadas de la tensión entre sujetos e intra-sujetos de 0,1 mmHg por reducción de mmol de sodio, basadas en las proyecciones de uno de los estudios mencionados anteriormente (33). (Utilizando datos del sondeo de Rio Grande do Sul, que aparecen en el cuadro 9, se estimó que la tensión sistólica disminuiría 2,1 mmHg si la ingesta diaria de sodio se redujera de 220 mmol al día —la ingesta media de la población estudiada— a 110 mmol al día, a pesar de que los resultados se basaron en muestras selectivas de orina).

Es preciso recalcar que la covariación intra-población que los investigadores intentan detectar en los estudios transversales es de hecho una variación entre sujetos, libre de los efectos de la variación intra-sujeto que ha sido estudiada sobre todo por investigadores clínicos y experimentales, especialmente modificando la dieta de los pacientes que padecen hipertensión moderada y grave

(36–40). Se ha demostrado que, además de afectar la tensión arterial de estos pacientes, la sal también modifica la tensión de las personas normotensas de raza negra y de los sujetos mayores de 40 años (41, 42) en condiciones experimentales de sobrecarga y depleción de sal. En general, sin embargo, los estudios realizados sobre la restricción de la ingesta de sal en personas normotensas se han limitado a muestras pequeñas y no han producido resultados concluyentes (43–45). En estudios longitudinales de amplios segmentos de la población, como el llevado a cabo con los tokelavianos (46), se han detectado cambios de los niveles de la tensión arterial y de la ingesta de sal posteriores a la migración a sociedades más complejas. Sin embargo, existen muchos otros factores que podrían explicar estos cambios.

En un análisis comparativo de 13 ensayos aleatorios en los que se estudió el efecto de la restricción de sodio sobre la tensión arterial (47) se llegó a conclusiones muy similares a las del presente estudio: que el efecto hipotensor fue bajo y únicamente afectó a la tensión sistólica, aunque dicha reducción aumentó con la edad y el nivel de tensión arterial.

En el presente estudio, en que no se pretendió valorar la eliminación de sal y la tensión arterial de individuos concretos, las simples mediciones realizadas en miembros pertenecientes a grandes grupos deberían haber proporcionado verdaderas estimaciones para grupos con varianzas elevadas. Como se observó, las mujeres y los hombres, las personas de raza blanca y de otras razas, los jóvenes y los ancianos, y los normotensos e hipertensos eliminaron cantidades de sal similares. No obstante, gran parte de la varianza intra-grupo observada no fue una “verdadera” varianza (entre sujetos), sino que representaba la varianza intra-sujeto. En otras palabras, el método utilizado para recoger las muestras de orina durante el día y a lo largo de cinco meses no eliminó la variabilidad intra-sujeto, sino que más bien tendió a aumentarla en función de la variabilidad de las estimaciones individuales calculadas a partir de las muestras de orina de 24 horas. Lo

**CUADRO 9. Reducciones estimadas de la tensión sistólica en los distintos grupos sondeados de la población de Rio Grande do Sul si la ingesta diaria de sal<sup>a</sup> se redujera 50% o a 5g de sodio al día. Sondeo sobre la tensión arterial, 1978**

Grupo (años)	Media real		Reducción de la tensión sistólica (mmHg) si la ingesta de sal se redujera a	
	Tensión sistólica (mmHg)	Ingesta de sodio (g NaCl/día)	50% de la media	5g/día
Todos los participantes	127,3	12,8	-2,1	-2,7
20-34	122,2	13,0	-0,5	-0,7
35-49	125,6	13,1	-2,1	-2,8
50-74	144,6	12,4	-5,2	-6,5
Hombres	129,2	13,2	-2,1	-2,9
Mujeres	127,1	12,6	-2,5	-3,3
Blancos	127,6	12,9	-2,2	-3,1
No blancos	130,8	12,2	-2,0	-2,5
Normotensos	124,4	12,8	-1,2	-1,6
Hipertensos	157,7	13,6	-4,3	-6,2

<sup>a</sup> Las estimaciones (ajustadas por regresión múltiple) están basadas en la cantidad de sodio eliminada medida en muestras selectivas de orina

mismo se puede aplicar a las estimaciones de la tensión arterial basadas en las tensiones medidas algunos minutos antes de recoger las muestras de orina. Por lo tanto, merece la pena preguntarse si esta variación intra-sujeto podría ser responsable de los resultados consistentes obtenidos en relación con la covariación de la tensión sistólica y la eliminación de sodio, incluso en subgrupos de población pequeños como, por ejemplo, de las personas de raza distinta a la blanca.

Una circunstancia que podría explicar este patrón es que los aumentos de la tensión elevan la natriuresis, un proceso que se autolimita *in vivo* (13). Sin embargo, es preciso afirmar que si bien el coeficiente de correlación entre el log (Na/creatinina) de las muestras ocasionales de orina y de las de orina de 24 horas del presente estudio no fue elevado ( $r = + 0,28$ ), el índice de eliminación de sodio de las muestras de orina se asoció significativamente con la ingesta de sal de la dieta medida cuatro años antes. Además, se encontró que la forma de la distribución de la

eliminación diaria de sodio reflejaba los patrones de ingesta de sal (48) y que se puede afirmar que coinciden con el ritmo circadiano de la tensión arterial. Sin embargo, los datos presentados en el cuadro 10 debilitan considerablemente la veracidad de esta hipótesis. Estos datos muestran que el coeficiente de correlación entre la tensión sistólica y la ingesta de sal, medidas cuatro años antes, y su tendencia con la edad son muy similares al coeficiente de correlación ajustado de la tensión sistólica y la eliminación de sodio en muestras selectivas de orina.

### Sobre los resultados de los subgrupos

Se observó que la edad y la tensión diastólica fueron factores predictivos importantes de la sensibilidad de la tensión sistólica a los cambios de la concentración de

**CUADRO 10. Coeficientes de correlación<sup>a</sup> de la tensión sistólica sobre (1) la eliminación de sodio y (2) la ingesta de sal de los diferentes grupos estudiados.<sup>b</sup> Sondeo sobre la tensión arterial, Rio Grande do Sul, Brasil, 1978**

Grupo de edad (años)	Sujetos (No.)	Orden de <i>r</i>	Coeficiente de la tensión sistólica sobre	
			Sodio eliminado <sup>c</sup>	Ingesta de sal <sup>d</sup>
20-49	996	0	0,030	0,048
	996	5	0,029	0,031
50-74	514	0	0,074	0,115 <sup>e</sup>
	514	5	0,130 <sup>d</sup>	0,099 <sup>d</sup>
20-74	1 510	0	0,012	0,090 <sup>f</sup>
	1 510	0	0,063 <sup>d</sup>	0,064 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Los siguientes sujetos se excluyeron de los datos presentados en este cuadro. habitantes de zonas rurales, sujetos que comían cinco o más veces al mes fuera del hogar, los que notificaron que no habían participado en el estudio ENDEF y los que estaban a dieta, tomaban hormonas (incluidos los anticonceptivos) o medicamentos para el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares.

<sup>b</sup> Basada en el log (Na/creatinina) de las muestras de orina del sondeo sobre la tensión arterial de 1978

<sup>c</sup> Ingesta de sal por adulto/día: datos recogidos durante el estudio ENDEF de 1974.

<sup>d</sup>  $0,01 < P \leq 0,05$ .

<sup>e</sup>  $0,001 < P \leq 0,01$

<sup>f</sup>  $P < 0,001$

sal. En las personas de raza distinta a la blanca, especialmente los pertenecientes a los grupos más jóvenes, esta sensibilidad fue superior a la de las de raza blanca, y se podría explicar por el hecho de que esas personas tienen la tensión diastólica más elevada.

Estudios hemodinámicos han demostrado que el patrón de la hipertensión varía y depende de la edad del sujeto y del estadio de su enfermedad hipertensiva (49). La capacidad del riñón para depurar la sal se podría dañar progresivamente con la edad. En este sentido, la diuresis por presión actuaría como un mecanismo compensatorio que elevaría la cantidad de sodio y agua eliminadas por el riñón (50).

El envejecimiento se puede considerar como un proceso biológico inevitable o como un reflejo de la aventura biológica en el mundo concreto, que expresa la experiencia acumulativa, registrada biológicamente, de la interacción del hombre con su ambiente. Respecto a la hipertensión, este segundo punto de vista ha sido claramente apoyado por algunos autores; Kannel (51) afirma: "Si bien no cabe duda de que la tensión arterial media

de las poblaciones occidentales aumenta con la edad, no está tan claro si lo hace a consecuencia de la edad. Más bien puede ser el efecto dosis-tiempo de factores ambientales en las personas susceptibles".

Algunos factores relacionados con la tensión arterial cambian con la edad, y entre ellos se encuentran la reducción de la tasa de filtración glomerular y la capacidad de concentración renal. Este descenso, aparentemente debido a una reducción del número de nefronas funcionantes causado por la nefroangiosclerosis, se acompaña de una elevación de la resistencia periférica (52). Además, los arteriogramas renales realizados durante la autopsia de sujetos que eran claramente normotensos ha demostrado que las poblaciones normotensas que envejecen muestran un patrón similar al observado en las poblaciones hipertensas (53).

Varios autores opinan que la elevada ingesta de sal de algunas sociedades, unida a la disminución de la función renal con la edad, aumentan la incidencia de hipertensión en los ancianos (54). Además, se piensa que en este proceso intervienen factores hereditarios (55).

Se ha observado que la herencia desempeña un importante papel en la determinación de los niveles de tensión arterial (51,

56-59) y que podría estar asociado a la forma como el cuerpo humano procesa la sal. Entre otras cosas, se ha encontrado que la tensión arterial de los normotensos con antecedentes familiares de hipertensión se relaciona con la eliminación de sodio (60).

Asimismo, en familiares normotensos de los sujetos con hipertensión esencial establecida se han descubierto alteraciones del recambio celular y corporal de  $^{23}\text{Na}^+$  en los eritrocitos (61, 62).

Por otro lado, la prevalencia más elevada de hipertensión arterial observada en los "asalariados" del presente estudio y el hecho de que los coeficientes de correlación entre la tensión sistólica y la eliminación de sal de esas personas son más elevados que los de los propietarios de los medios de producción sugiere que los factores ambientales podrían ser tan importantes como los hereditarios en la determinación de la capacidad del riñón para procesar las sobrecargas de sal, una hipótesis que generalmente no se tiene en cuenta.

Las diferencias raciales se pueden considerar como una consecuencia tanto de los códigos genéticos como de factores ambientales. Las personas de raza distinta a la blanca son claramente discriminadas en Rio Grande do Sul, son más pobres que las de raza blanca y han sufrido privaciones en la niñez. En general, los niveles de tensión arterial más elevados de las personas de raza negra del continente americano se atribuyen a la interacción de factores genéticos y ambientales. Se cree que estas personas son particularmente susceptibles a los factores ambientales en particular y también a las lesiones inducidas por la hipertensión (63).

No obstante, por el momento no parece necesario recurrir a factores genéticos para explicar las diferencias entre las personas de raza blanca y las de raza negra. La nefroangiosclerosis es más grave en los sujetos hipertensos de raza negra que en los de raza blanca (64) y la distribución de su tensión diastólica está más desplazada hacia la derecha. Por consiguiente, el envejecimiento más temprano de sus riñones podría explicar su sensibilidad más elevada a la sal.

Los factores sociales involucrados en la epidemiología de la hipertensión, unidos al hecho de que la prevalencia y la mortalidad por esta enfermedad están disminuyendo en algunos países, sugieren la posibilidad de que alguna infección subclínica (por ejemplo, estreptocócica) pueda estar constituyendo un factor etiológico importante, al reducir el número de glomérulos funcionantes. Las infecciones subclínicas no determinan las alteraciones urinarias y son difíciles de detectar, pero los cambios glomerulares están presentes y los pacientes pueden padecer hipertensión esencial como consecuencia tardía de un episodio previo de glomerulonefritis (65). Las pérdidas de un elevado número de glomérulos también podrían ser sustituidas paulatinamente por otras pérdidas menos numerosas que ocurren a lo largo de la vida, como resultado del envejecimiento. Y, a la inversa, en estos individuos los incrementos de la tensión arterial sistólica debidos a sobrecargas de sal podrían producir cambios glomerulares y arteriulares progresivos, acompañados de aumentos correspondientes de la tensión diastólica.

La tensión sistólica refleja la velocidad y la fuerza de contracción del músculo cardíaco, la elasticidad aórtica, el volumen de sangre expulsado y el volumen arterial, mientras que la tensión diastólica refleja básicamente la resistencia total o periférica al flujo sanguíneo (66). Por consiguiente, la tensión sistólica se relaciona más directamente con el gasto cardíaco, y la tensión diastólica con la resistencia periférica.

Los aumentos de la volemia elevan la tensión de llenado circulatorio y esta, por su parte, aumenta el retorno venoso y produce una elevación subsiguiente del gasto cardíaco. Por su parte, el aumento del gasto cardíaco eleva en primer lugar el flujo de sangre (y la tensión sistólica) lo que producirá una vasoconstricción a nivel de los tejidos

(autorregulación), la cual disminuye el flujo, retornándolo a la normalidad, y aumenta la resistencia periférica y la tensión diastólica.

Al principio, tras un aumento inicial del gasto cardíaco, la mayor parte de la elevación de la tensión arterial se produce como resultado directo de ese aumento. Sin embargo, a medida que el mecanismo de autorregulación se va activando paulatinamente durante varios días, la mayor parte de la elevación subsiguiente de la tensión arterial se produce por la elevación secundaria de la resistencia periférica (67). Este mecanismo entra en funcionamiento cuando la cantidad de agua y sal ingeridas supera la capacidad funcional renal.

Desde este punto de vista, el hallazgo de una asociación diferencial entre la tensión sistólica y la eliminación de sodio podría indicar que los métodos utilizados en el presente trabajo han permitido observar el efecto inmediato de los cambios de la volemia sobre los niveles de tensión arterial. No se pudo observar su efecto tardío sobre la tensión diastólica, debido a la poca diferencia cuantitativa de la ingesta de sal durante un largo período en la población estudiada. Sin embargo, ese efecto tardío estaría presente y determinado de forma crónica por el estado funcional del riñón.

En cualquier caso, es posible que para fines epidemiológicos la tensión diastólica en un momento dado podría reflejar la capacidad del riñón para procesar sobrecargas de agua y sal. El nivel estaría determinado tanto por el efecto de la ingesta crónica "promedio" de sal como por todos los factores que lesionan la función renal. En consecuencia, varias de las características epidemiológicas de los niveles de tensión arterial de nuestra sociedad serían de hecho características epidemiológicas de la capacidad renal para depurar la sal. Por este motivo, una ingesta reducida de sal podría beneficiar en gran medida a la población, ya que evitaría que se extralimitara la capacidad renal disminuida de los sujetos vulnerables.

## CONCLUSIONES

Las ecuaciones de regresión de la tensión sistólica sobre la eliminación de sodio descritas en este trabajo fueron consistentes en todos los subgrupos estudiados. Además, el valor del punto de intersección de la recta en el eje de ordenadas de la ecuación de regresión de toda la población fue muy similar al de la tensión sistólica de las comunidades primitivas que no utilizan la sal. Estos hallazgos, que concuerdan con los de otros autores (68) en que "los ajustes hormonales a las ingestas bajas de sodio durante toda la vida son semejantes a los que se logran en las sociedades civilizadas" por medio de la estricta restricción de la sal, ponen de relieve la posibilidad teórica de controlar los niveles de tensión arterial mediante medidas públicas de restricción de la ingesta de sal o de sustitución del sodio de la dieta.

En este contexto merecen considerarse dos aspectos importantes. Primero, que pequeños cambios de la tensión arterial aplicados a toda la población pueden ofrecer grandes beneficios para la salud pública, como ha sido sugerido por algunos autores (69), y por los datos publicados en este trabajo, mediante las estimaciones del riesgo relativo de hipertensión según la eliminación de sal. Segundo, que el cambio de la tensión arterial es proporcional al nivel de tensión arterial; es decir, que si la ingesta de sal se redujera en igual proporción, induciría una mayor respuesta en las personas en mayor riesgo. Si los hallazgos del presente estudio no constituyen un artefacto estadístico, estas dos consideraciones apoyarían la adopción de medidas para restringir la ingestión de sal o sustituir el sodio de la dieta de la población general.

## REFERENCIAS

- 1 Costa, E. A. A cross-sectional survey of blood pressure in Rio Grande do Sul, Brazil. Universidad de Londres, Facultad de Medicina, Escuela de Higiene y Medicina Tropical, 1981. Tesis Doctoral.

- 2 Costa, E. A., Achutti, A., Klein, C. H., Leal, M. C., Bassanesi, S. L., Szwarcwald, C. L. y Fischman, A. A cross-sectional survey of blood pressure in Rio Grande do Sul, Brazil, 1978. In: Papers of the IX Scientific Meeting of the International Epidemiological Association. Edimburgo, Escocia, 1981. Resumen.
- 3 Costa, E. A., Rose, G. A. y Klein, C. H. Salt and blood pressure in Rio Grande do Sul, Brazil, 1978. In: Papers of the IX Scientific Meeting of the International Epidemiological Association. Edimburgo, Escocia, 1981. Resumen.
- 4 Costa, E. A., Klein, C. H., Leal, M. C., Szwarcwald, C. L. y Achutti, A. A determinação dos níveis de pressão arterial na população do Rio Grande do Sul. *Ciência e Cultura* 34 [Suppl]:90, 1982.
- 5 Klein, C. H., Leal, M. C., Barata, P. C. R. y Costa, E. A. Socio-economic variables and blood pressure in Rio Grande do Sul, Brazil, 1978. In: Papers of the IX Scientific Meeting of the International Epidemiological Association. Edimburgo, Escocia, 1981. Resumen.
- 6 Achutti, A., Costa, E. A., Fischman, A., Klein, C. H. y Bassanesi, S. Epidemiological survey on blood pressure supporting a medical care program. In: Papers of the IV Meeting of the Inter-American Society of Hypertension. Viña del Mar, Chile, 15 a 18 de marzo de 1981. Resumen.
- 7 Costa, E. A. Pressão alta, um problema de milhões. *Ciência Hoje* 1(2):28-35, 1982.
- 8 Costa, E. A. Hipertensão arterial como problema de massa no Brasil: caracteres epidemiológicos e fatores de risco. *Ciência e Cultura* 35(11):1642-1649, 1983.
- 9 Costa, E. A. Magnitude de hipertensão arterial no Brasil. *Ciência e Cultura* 35(11):1636-1637, 1983.
- 10 Achutti, A. Hipertensão arterial como problema de massa no Brasil: tratamento. *Ciência e Cultura* 35(11):1649-1654, 1983.
- 11 Leal, M. C., Costa, E. A., Klein, C. H., Szwarcwald, C. L. y Barata, P. C. R. Migração interna e pressão arterial no Rio Grande do Sul. *Cad Saude Publica* [Rio de Janeiro] 1(2):207-219, 1985.
- 12 Szwarcwald, C. L., Costa, S. H., Costa, E. A., Klein, C. H. y Leal, M. C. Anticoncepcionais orais e pressão arterial no Rio Grande do Sul. *Cad Saude Publica* [Rio de Janeiro] 1(2):177-191, 1985.
- 13 Swales, J. D. *Clinical Hypertension*. Londres, Chapman and Hill, 1979.
- 14 Oficina del Censo de los Estados Unidos de América. *Atlantida: A Case Study in Household Sample Surveys: Unit IV, Sample Design*. Washington, DC, 1966. Series ISPOI. No. I-E.
- 15 Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudo Nacional de Despesa Familiar. Consumo Alimentar-Antropometria: Dados Preliminares Região I e III. Rio de Janeiro, 1977.
- 16 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudo Nacional de Despesa Familiar—ENDEF: Objetivos, Metodologia e Dicionário do Banco de Informações. Versão Preliminar. Rio de Janeiro, DESCO, 1980.
- 17 Rose, G. A. y Blackburn, H. *Cardiovascular Survey Methods*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968. Monografías de la OMS, No. 56.
- 18 Organización Mundial de la Salud. *Arterial Hypertension and Ischaemic Heart Disease: Preventive Aspects*. Ginebra, 1962. Informe Técnico 231.
- 19 Nie, N. H., Hull, C. H., Jenkins, J. G., Steinbrenner, K. y Bent, D. H. *SPSS—Statistical Package for the Social Sciences*, 2a. ed. Nueva York, McGraw Hill, 1975.
- 20 Costa, E. A. y Klein, C. H. Meio urbano e doenças cardiovasculares. *Cad Saude Publica* [Rio de Janeiro] 1(3):305-312, 1985.
- 21 Gleibermann, L. Blood pressure and dietary salt in human populations. *Ecol Food Nutr* 2:143-156, 1973.
- 22 Henry, J. P. y Cassel, J. Psychosocial factors in essential hypertension: recent epidemiologic and animal experimental evidence. *Am J Epidemiol* 90:171-199, 1969.
- 23 Simpson, F. O. Salt and hypertension: a skeptical review of the evidence. *Clin Sci* 57:463s-480s, 1979.
- 24 Wesson, L. G. Electrolyte excretion in relation to diurnal cycles of renal function. *Medicine* [Baltimore] 43:547, 1964.
- 25 Liu, K., Cooper, R., McKeever, J. et al. Assessment of the association between habitual salt intake and high blood pressure: methodological problems. *Am J Epidemiol* 110:219, 1979.
- 26 Liu, K., Cooper, R., Soltero, I. y Stamler, J. Variability in 24-hour urinary sodium excretion in children. *Hypertension* 1:631, 1979.



- 27 Cooper, R., Soltero, I., Liu, K., Berkson, D., Levinson, S. y Stamler, J. The association between urinary sodium excretion and blood pressure in children. *Circulation* 62:97-104, 1980.
- 28 Fodor, J. G. y Rusted, I. E. Epidemiological studies on hypertension in Newfoundland. In: Kesteloot, H. y Joossens, J. V., eds. *Epidemiology of Arterial Blood Pressure*. La Haya, Martinus Nijhoff, 1980.
- 29 Pickering, G. W. Hypertension: definitions, natural histories and consequences. *Am J Med* 52:570-583, 1972.
- 30 Armitage, P. y Rose, G. A. The variability of measurements of casual blood pressure: 1. A laboratory study. *Clin Sci* 30:325-335, 1966.
- 31 Liu, K., Dyer, A. R., Cooper, R. S., Stamler, R. y Stamler, J. Can overnight urines replace 24-hour urine collection to assess salt intake? *Hypertension* 1:529, 1979.
- 32 Kesteloot, H., Park, B. C., Lee, C. S., Brems-Heyns, E. y Joossens, J. V. A comparative study of blood pressure and sodium intake in Belgium and in Korea. In: Kesteloot, H. y Joossens, J. V., eds. *Epidemiology of Arterial Blood Pressure*. La Haya, Martinus Nijhoff, 1980, pp. 453-470.
- 33 Watt, G. y Foy, C. Dietary sodium and arterial pressure: problems of studies within a single population. *J Epidemiol Community Health* 36:197, 1982.
- 34 Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt study: an international cooperative study on the relation of blood pressure to electrolyte excretion in populations: I. Design methods. *J Hypertension* 4:781, 1986.
- 35 Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *Br Med J* 297:319, 1988.
- 36 Parijs, J., Joossens, J. V., Van der Linden, L., Verstreken, G. y Amery, A. K. P. C. Moderate sodium restriction and diuretics in the treatment of hypertension. *Am Heart J* 85:22-34, 1973.
- 37 Kempner, W. Treatment of hypertensive vascular disease with rice diet. *Am J Med* 4:545, 1948.
- 38 Watkin, D. M., Froeb, H. F., Hatch, F. T. y Gutman, A. B. Effects of diet in essential hypertension: II. Results with unmodified Kempner rice diet in fifty hospitalized patients. *Am J Med* 9:441-492, 1950.
- 39 Corcoran, A. C., Taylor, D. R. y Page, T. H. Controlled observation on the effect of low sodium dietotherapy in essential hypertension. *Circulation* 3:1-16, 1959.
- 40 Morgan, T., Adam, W., Gillies, A., Wilson, M., Morgan, G. y Carney, S. Hypertension treated by salt restriction. *Lancet* 1:227-230, 1978.
- 41 Luft, F. C., Grim, C. E., Higgins, J. T. y Weinberger, M. H. Differences in responses to sodium administration in normotensive white and black subjects. *J Lab Clin Med* 90:555-562, 1977.
- 42 Luft, F. C., Grim, C. E., Fineber, N. y Weinberger, M. C. Effects of volume expansion and contraction in normotensive whites, blacks, and subjects of different ages. *Circulation* 59:643-650, 1979.
- 43 Sullivan, J. M., Ratts, T. E., Taylor, C. J. et al. Haemodynamic effects of dietary sodium in man: a preliminary report. *Hypertension* 2:506, 1980.
- 44 Burstyn, P., Hornall, D. y Walchorn, C. Sodium and potassium intake and blood pressure. *Br Med J* 281:537, 1980.
- 45 Parfrey, P. S., Narkandu, N. D., Roulston, J. E., Jones, B., Jones, J. C. y McGregor, G. A. Relation between pressure, dietary sodium intake and renin system in essential hypertension. *Br Med J* 283:94-97, 1981.
- 46 Prior, I. A. N. y Stanhope, J. M. Blood pressure patterns, salt use and migration in the Pacific. In: Kesteloot, H. y Joossens, J. V., eds. *Epidemiology of Arterial Blood Pressure*. La Haya, Martinus Nijhoff, 1980.
- 47 Grobbee, D. E. y Hofman, A. Does sodium restriction lower blood pressure? *Br Med J* 293:27, 1986.
- 48 Costa, E. A., Szwarcwald, C. L. y Klein, C. H. The validation of the use of sodium excretion in casual urine samples in the blood pressure survey in Rio Grande do Sul, Brazil. (En prensa.)
- 49 Lund-Johansen, P. Haemodynamics in essential hypertension. *Clin Sci* [Suppl] 59:343s-354s, 1980.
- 50 Tobian, L. A viewpoint concerning the enigma of hypertension. *Am J Med* 52:595-609, 1972.
- 51 Kannel, W. B. Host and environmental determinants of hypertension: perspective from the Framingham Study. In: Kesteloot, H. y Joossens, J. V., eds. *Epidemiology of Arterial Blood Pressure*. La Haya, Martinus Nijhoff, 1980, pp. 265-295.
- 52 Amery, A., Wasir, H., Bulpitt, C., Conway, J., Fagard, R., Lijuen, P. y Reybrouck, T. Aging and the cardiovascular system. *Acta Cardiol* 33:443-467, 1978.

- 53 Davidson, A. J., Talner, L. B. y Downs, W. M. A study of the angiographic appearance of the kidney in an aging normotensive population. *Radiology* 92:975,1969.
- 54 Morgan, T., Myers, J. y Carney, S. The evidence that salt is an important aetiological agent, if not the cause of hypertension. *Clin Sci [Suppl]* 57:459s-462s, 1979.
- 55 Freis, E. D. Salt, volume and the prevention of hypertension. *Circulation* 53:589-595, 1976.
- 56 Hamilton, M., Pickering, G. H., Roberts, J. A. F. y Sowry, G. S. C. The aetiology of essential hypertension: 4. The role of inheritance. *Clin Sci* 13:273, 1954.
- 57 Miall, W. E. y Oldham, P. D. The hereditary factor in arterial blood pressure. *Br Med J* 1:75-80, 1963.
- 58 Pickering, G. Personal views on mechanism of hypertension. *In: Genest, J., Koiw, E. y Kuchel, O., eds. Hypertension: Physiopathology and Treatment.* Nueva York, McGraw-Hill, 1977, pp. 598-605.
- 59 Dahl, L. K. Salt intake and hypertension. *In: Genest, J., Koiw, W., y Kuchel, O., eds. Hypertension: Physiopathology and Treatment.* Nueva York, McGraw-Hill, 1977, pp. 559-565.
- 60 Pietinen, P. E., Wong, O. y Altshul, A. M. Electrolyte output, blood pressure, and family history of hypertension. *Am J Clin Nutr* 32:997, 1979.
- 61 Henningsen, N. C., Mattson, S., Nosslin, B., Nelson, D. y Ohlsson, O. Abnormal whole-body and cellular (erythrocytes) turnover of  $^{23}\text{Na}$  in normotensive relatives of probands with established essential hypertension. *Clin Sci [Suppl]* 57:321, 1979.
- 62 New evidence linking salt and hypertension [Editorial]. *Br Med J* 282:1993-1994, 1981.
- 63 Hypertension in blacks and whites [Editorial]. *Lancet* 2:73-74, 1980.
- 64 Levy, S. B., Talner, L. B., Coel, M. N., Holle, R. y Stone, R. Renal vasculature in essential hypertension: racial differences. *Ann Intern Med* 88:12, 1978.
- 65 Kincaid-Smith, P. Parenchymatous disease of the kidney and hypertension. *In: Genest, J., Koiw, E. y Kuchel, O., eds. Hypertension: Physiopathology and Treatment.* Nueva York, McGraw-Hill, 1977, 794-814.
- 66 Dustan, H. P., Tarazi, C. y Bravo, E. L. Physiologic characteristics of hypertension. *Am J Med* 52:610-622, 1972.
- 67 Guyton, A. C., Coleman, T. C., Cowley, A. W., Scheel, K. W., Manning, R. D. y Norman, R. A. Arterial pressure regulation, overriding dominance of the kidneys in long-term regulation and in hypertension. *Am J Med* 52:584-594, 1972.
- 68 Oliver, W. J., Cohen, E. L. y Neel, J. V. Blood pressure, sodium intake and sodium related hormones in the Yanomamo Indians, a "no-salt" culture. *Circulation* 52:146-151, 1975.
- 69 Rose, G. Strategy of prevention: lessons from cardiovascular disease. *Br Med J* 282:1847, 1981.

## SUMMARY

### SALT AND BLOOD PRESSURE IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

A 1978 survey of 4 565 people in Rio Grande do Sul, Brazil, obtained interview and blood pressure data as well as urine specimens for subsequent sodium and creatinine titrations. Data derived from this survey revealed numerous associations between blood

pressure and sodium, a number of which are examined here. The main conclusion is that observed blood pressure differentials could reflect the kidney's ability to handle sodium, an ability subject to the influences of age, heredity, and the environment. It is suggested that the restriction of salt intake would be of benefit for the population.