

USO DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN DOS REVISTAS MÉDICAS CON ALTO FACTOR DE IMPACTO

Luis Carlos Silva Ayçaguer¹ / Carmen Pérez Nieves² / Iliana Cuellar Wong³

¹ Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana. ² Centro Provincial de Epidemiología. Ciudad de La Habana.

³ Facultad de Salud Pública. Ciudad de La Habana

Resumen

El trabajo se propone contribuir a la delimitación del modo en que se usan las técnicas estadísticas dentro de la «investigación de éxito» en biomedicina y salud actualmente. Se conjeturaba que el repertorio de métodos realmente necesario para llevar adelante la mayoría de las investigaciones de alto nivel es más bien reducido. Se seleccionaron dos revistas poseedoras de un alto nivel de impacto en las áreas de clínica y epidemiología: *New England Journal of Medicine* y *American Journal of Epidemiology*. Se revisaron los 2386 artículos originales y especiales publicados durante el quinquenio 1986-1990 en dichas revistas. Cada técnica estadística se clasificó en uno de cuatro niveles de complejidad y sobre esta base también fueron clasificados los artículos. Se contabilizó el grado en que fueron usados los procedimientos dentro de cada nivel y se analizó la literatura estadística citada en los artículos. Se realizó, finalmente, un examen descriptivo de toda la información. Los datos revelan que las técnicas ampliamente predominantes son las clasificadas en los niveles inferiores. Sólo el 12% para *New England Journal of Medicine* y el 17% para *American Journal of Epidemiology* corresponden al nivel de mayor complejidad. La literatura estadística especializada está virtualmente ausente en la obra analizada. Se demostró, en esencia, que este segmento de la investigación biomédica contemporánea prescinde con elevada frecuencia de técnicas estadísticas complejas y de las publicaciones especializadas en estadística; en general, se limita marcadamente al uso de recursos que no sobrepasan las técnicas multivariadas elementales. Se concluye que los métodos estadísticos más simples pueden bastar no sólo para comprender lo que se publica en revistas de ese calibre sino incluso para producir resultados de tal nivel.

Palabras clave: Estadística. Investigación científica. Metodología. Publicación científica.

STATISTICAL METHODS IN TWO HIGH IMPACT FACTOR MEDICAL JOURNALS

Summary

This paper intends to contribute to the discussion about the use of statistical techniques within the current biomedical and health investigation. We hypothesized that statistical methods necessary to go ahead with most high level research were rather small. Two high impact factor journals about epidemiology and health sciences were selected: *New England Journal of Medicine* and *American Journal of Epidemiology*. Both represent what we have called «successful research». The 2386 original and special articles which were published along the 1986-1990 period were carefully examined. Each statistical technique was classified into one of four complexity levels. Each paper was eventually classified on the same grounds. The frequency of each method was used within each level was then accounted. Statistical cited literature was also registered for each article. Finally, a descriptive examination of this information was developed. The results show that techniques widely dominant are those classified as from lower levels. Only the 12% for *New England Journal of Medicine*, and 17% for *American Journal of Epidemiology* belong to the most complex type. It was shown that current biomedical research dismisses, to a large extent both, complex statistical techniques and specialized statistical literature. In general, it limits itself to resources no more ahead than elementary multivariate procedures. It was concluded that simpler statistical methods are useful enough not only to understand what is currently published in journals like the ones studied but to produce high level results as well.

Key words: Statistics. Scientific research. Methodology. Scientific publication.

Correspondencia: Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana. 25 N. 15005. Cubanacán, Playa 11600. Ciudad Habana, Cuba.

Este artículo fue recibido el 23 de febrero de 1994 y fue aceptado tras revisión el 28 de septiembre de 1994.

Introducción

No hay dudas de que tanto la actividad investigadora como el número de profesionales de la salud que necesitan métodos cuantitativos para el análisis de sus observaciones crece incesantemente. Ello haría pensar que la preparación del profesional de la salud en disciplinas matemáticas debe ser mayor que en épocas precedentes.

Hace cuatro décadas muchos investigadores carecían de formación para la aplicación adecuada de métodos estadísticos. Según Bradford Hill¹, para fundamentar la ausencia de esta herramienta en sus trabajos, con frecuencia esgrimían el argumento de que su uso era injustificado en virtud de la dudosa calidad de los datos a los cuales habría de ser aplicada. Tal explicación era claramente endeble, como el propio Hill se ocupó de señalar: si los datos deben ser analizados estadísticamente, es inaceptable pasar por alto esta exigencia; si se trata de que no son confiables, quizás lo más razonable sería desecharlos.

A lo largo de estos 40 años ese proceso se ha ido invirtiendo hasta alcanzar a una situación de signo claramente opuesto: muchos investigadores quieren «aderezar» sus análisis con técnicas estadísticas. Algunos de ellos llegan incluso a considerar que lo ideal sería utilizar las más sofisticadas. A ello contribuye el hecho de que hay actualmente más publicidad orientada a persuadir a los científicos de que pueden ser cuantitativamente autosuficientes que no voces alertando sobre los riesgos inherentes al ejercicio de dicha independencia².

A partir de esta realidad surge el interés por conocer en qué medida la investigación de alto nivel hace uso del creciente arsenal de técnicas existentes. La primera investigación orientada a valorar el uso de la estadística fue publicada en 1974 por Feinstein³. Casi 10 años después otra publicación, basada en artículos contenidos en *New England Journal of Medicine*⁴, aportó un método de análisis altamente influyente para el trabajo posterior en esta dirección. A partir de este esfuerzo se revitalizó el interés por el tema: entre 1985 y 1992 se han realizado diversos estudios sobre los métodos estadísticos usados en áreas específicas⁵⁻¹¹ o en revistas concretas^{12,13}. Casi todos estos trabajos procuran responder a la pregunta de qué técnicas estadísticas necesitaría dominar un lector para comprender los artículos publicados en las áreas o revistas respectivas. En nuestro caso, hemos creído conveniente remitirnos a lo que llamaremos *investigación biomédica de éxito*. Este término puede ser en prin-

cipio polémico. Sin embargo, no hay dudas de que aquellos trabajos que consiguen ser publicados en revistas de alto prestigio internacional admiten, aunque sólo fuera por ese hecho, tal denominación.

A partir de los resultados que esos trabajos reflejan, se conformó la hipótesis de que el repertorio de métodos realmente necesario para llevar adelante la mayoría de las investigaciones de este tipo podría ser más bien reducido.

Dado que lo que se conoce sobre este tema parecía limitarse al registro de las técnicas más usadas (información, por otra parte, no actualizada), nos propusimos responder a varias preguntas: ¿qué métodos son objetivamente los usados en la investigación biomédica publicada en revistas de alto factor de impacto?, ¿en qué medida son realmente usados los métodos más novedosos? y ¿cuál es el grado y la actualización con que son citadas las publicaciones especializadas en metodología estadística?

En el fondo del debate, se trata de evaluar si lo ideal sería que un investigador biomédico tipo tuviese un conocimiento extenso, aunque quizás no muy acabado, de la tecnología estadística, o si le bastaría conocer recursos sencillos pero de modo profundo y completo. Cabe advertir que la magnitud del problema planteado es enorme y que el presente trabajo plantea sólo una primera aproximación a su solución.

Método

Tras un examen que contempló la factibilidad de la tarea, el impacto de las publicaciones y las áreas de investigación con mayor variedad de técnicas estadísticas, se decidió elegir como fuente para el análisis a dos revistas punteras en clínica y epidemiología: el *New England Journal of Medicine (NEJM)* y el *American Journal of Epidemiology (AJE)*, publicaciones de primera línea mundial y de notable impacto en sus esferas respectivas.

NEJM, que se publica semanalmente y aborda diversas especialidades clínicas y quirúrgicas, según el *Journal Citation Report (JCR)* ocupó el décimo lugar dentro de las 25 revistas más citadas de todas las ramas de la ciencia en 1990, con 78767 citas en la literatura médica publicada ese año¹⁴. Paralelamente, *NEJM* estuvo ese mismo año entre las revistas con mayor factor de impacto: octavo lugar en general y primero dentro del área de medicina general e interna.

AJE, cuya frecuencia de publicación era mensual hasta 1991, contiene artículos en su casi totalidad de epidemiología. Su factor de impacto la coloca en el

segundo lugar dentro del área de Salud Pública y Epidemiología, sólo superada por *Epidemiologic Reviews*, entre las 49 revistas recogidas por *JCR* en el año 1990 para dicha área.

Se examinaron todos los artículos originales y especiales publicados en estas dos revistas entre los años 1986 y 1990, ambos incluidos: 1341 trabajos correspondientes a *NEJM* y 1045 a *AJE*.

Cada artículo se clasificó, por uno de los autores, de acuerdo al grado de complejidad de las técnicas estadísticas utilizadas. Cuando la situación ofrecía dudas, la decisión se adoptaba tras una discusión con los restantes participantes en el estudio. Para la identificación de los métodos usados nos remitimos a lo que se declaraba en el apartado de Material y Métodos de cada trabajo. Se entendió como «método estadístico» cualquier procedimiento basado directa o indirectamente en la teoría de probabilidades o que haya sido usado para el tratamiento descriptivo de los datos del estudio.

Cada técnica o método estadístico se clasificó dentro de uno de los siguientes niveles: 1) estadística descriptiva; 2) técnicas convencionales univariadas y de muestreo; 3) técnicas multivariadas elementales, de regresión múltiple y análisis de supervivencia; 4) otras técnicas multivariadas, recursos inferenciales avanzados y técnicas de alta especificidad.

Se definió que un artículo tenía un determinado nivel si hacía uso de al menos un método clasificado en ese nivel, pero no de métodos correspondientes a un nivel superior. Por ejemplo, si un artículo utilizaba tres métodos: uno de nivel 1 y dos de nivel 4, se consideró al artículo de nivel 4. Si un artículo no hacía uso de métodos estadísticos, se le clasificó como de nivel 0.

En el Apéndice se enumeran los métodos según el nivel. Se incluyen sólo aquellos métodos que fueron usados al menos una vez en alguno de los 2386 artículos revisados. Por ejemplo, el análisis de componentes principales, el análisis factorial y el análisis de correspondencia no aparecen entre los que se atribuyen al nivel 4 porque ningún artículo publicado en las dos revistas examinadas hizo uso de ellos a lo largo del quinquenio.

Se revisó asimismo la literatura estadística procedente de revistas especializadas, tales como *Statistics in Medicine*, *Biometrics* o *Journal of the American Statistical Association*, que fue citada en cada artículo. Se registró además la fecha de publicación del artículo objeto de la cita. Este dato permitió calcular la «edad media» de las citas de revistas estadísticas realizadas en cada artículo examinado, que se definió como la diferencia entre el año de publicación del artículo examinado y la

media del año de publicación de todos los artículos procedentes de revistas estadísticas citadas en dicho artículo.

Para cada revista se calculó la distribución de artículos según niveles. Se identificaron, tanto para *NEJM* como para *AJE*, los métodos usados dentro de cada nivel y el número de artículos en que aparecían. Se calculó la distribución de trabajos según número de citas a una revista estadística dentro de cada nivel. Finalmente, se identificaron las revistas de estadística citadas, así como la frecuencia con que ocurrió.

Resultados

Uso de métodos estadísticos

La tabla 1 ofrece la distribución de los artículos según nivel para ambas revistas. Para los artículos cuyos niveles van del 2 al 4, la tabla 2 presenta, por orden, los métodos utilizados en *NEJM*. Cabe aclarar que la tabla no recoge la totalidad de los procedimientos estadísticos usados sino sólo los más frecuentes.

Los tres métodos más utilizados por los autores de *NEJM* fueron los tests más conocidos de la estadística inferencial: prueba de la *t* de Student, prueba del Chi cuadrado y análisis de la varianza. Nótese que, con excepción del Modelo de Cox y el Método de log rank, los pocos procedimientos que corresponden al nivel 4 aparecen en una magnitud que casi nunca supera al 1%.

Los métodos más usados por *AJE* en los niveles del 2 al 4 se recogen en la tabla 3. Entre ellos, la Regresión Logística fue el más utilizado: casi tres veces más artículos hicieron uso de ella que de la Regresión Lineal Múltiple (segundo lugar), la cual supera inclusive a la emblemática prueba del Chi Cuadrado.

Uso de bibliografía estadística

En cuanto a la bibliografía citada por *NEJM*, de los 1341 artículos examinados, 1102 (82,2%) no citaron a revista estadística alguna. El número de citas a revistas en los 239 artículos restantes, osciló entre 1 y 7, pero la mayoría (138, que son más de la mitad) sólo citaron un artículo.

Dentro de cada nivel se observó en *NEJM* que el porcentaje de trabajos con al menos una cita fue de 58,9% para los clasificados como de nivel 4 de complejidad. Le siguen los artículos de nivel 3: el 28,6% de ellos tenían al menos una cita. Finalmente,

Tabla 1. Distribución porcentual y acumulada de artículos según nivel en NEJM y AJE

Nivel	Nº artículos		%		% acumulado	
	NEJM	AJE	NEJM	AJE	NEJM	AJE
0	226	41	16,9	3,9	16,9	3,9
1	80	71	6,0	6,8	22,9	10,7
2	552	275	41,1	26,3	64,0	37,0
3	252	530	18,8	50,8	82,8	87,8
4	231	128	17,2	12,2	100,0	100,0
Total	1341	1045	100,0	100,0		

Tabla 2. Métodos estadísticos más usados por NEJM y porcentajes de artículos que hacen uso de ellas, según niveles

Método estadístico	Nº artículos	%
<i>Nivel 2</i>		
Prueba t de Student	305	22,7
Prueba Chi Cuadrado	175	13,0
Análisis de la varianza	145	10,8
Prueba de Fisher	128	9,5
Coefficiente de correlación de Pearson	86	6,4
Regresión lineal simple	75	5,6
Prueba de Wilcoxon	54	4,0
Prueba de Mann Whitney	46	3,4
<i>Nivel 3</i>		
Regresión logística	111	8,3
Regresión lineal múltiple	60	4,5
Chi Cuadrado de MH	50	3,7
Análisis de covarianza	35	2,6
Método de Kaplan Meier	27	2,0
<i>Nivel 4</i>		
Método Log rank	102	7,6
Modelo de Cox	75	5,6
Test de Newman-Keuls	16	1,2
Modelo Log Lineal	10	0,7
Test de Friedman	8	0,6
Análisis discriminante	5	0,4
Prueba T2 de Hotelling	4	0,3
Regresión de Poisson	4	0,3

Nota: Los porcentajes se calculan respecto de 1341, el total de artículos publicados.

para los de nivel 2 y 1, éstas fueron 5,1% y 2,5%, respectivamente.

Para AJE se registró que el 67,9% de los artículos de nivel 4 hicieron al menos una cita; los de nivel 2 y 3 mostraron porcentajes similares aunque menores (41,9 y 42,3%), en tanto que sólo el 22,2% de los de nivel 1 hicieron alguna cita de este tipo. Como se aprecia, el porcentaje de artículos que citaron revistas tiende en ambos casos a ser mayor en la medida en que éstos son de nivel superior.

Tabla 3. Métodos estadísticos más usados por AJE y porcentajes de artículos que hacen uso de ellas, según niveles

Método estadístico	Nº artículos	%
<i>Nivel 2</i>		
Prueba Chi Cuadrado	104	10,0
Coefficiente de correlación de Pearson	54	5,2
Prueba t de Student	43	4,1
Riesgo relativo	43	4,1
Prueba exacta de Fisher	41	3,9
Odds ratio	37	3,5
Análisis de la varianza	33	3,2
<i>Nivel 3</i>		
Regresión logística	338	32,3
Regresión lineal múltiple	127	12,2
Prueba Chi Cuadrado de MH	115	11,0
Análisis de covarianza	63	6,0
Regresión paso a paso	23	2,2
Método de Kaplan Meier	11	1,1
<i>Nivel 4</i>		
Modelo de Cox	77	7,4
Modelo log-lineal	19	1,8
Regresión de Poisson	9	0,9
Método Log Rank	8	0,8
Análisis discriminante	5	0,5

Nota: Los porcentajes se calculan respecto de 1045, el total de artículos publicados.

En NEJM fueron citadas 19 revistas diferentes a lo largo del quinquenio; de ellas, cuatro se citaron una sola vez y sólo cinco lo fueron más de diez veces.

Entre las más citadas se encuentran *Journal of the American Statistical Association (JASA)* (citada 111 veces), *Journal of the Royal Statistical Society* (101 veces), *Biometrics* (57 veces), *Biometrika* (28 veces) y *Statistics in Medicine* (12 veces). Debe advertirse que no se trata de que, por ejemplo, se hayan sido citado 111 artículos diferentes de JASA, sino de que, entre los 1341 trabajos publicados en NEJM, se contabilizaron 111 citas de artículos de

JASA, ya que hubo artículos que fueron citados muchas veces.

Los artículos estadísticos citados en *NEJM* tenían en el momento de su uso una edad media de 19,3 años. La cita más antigua data de 44 años atrás. Para la mayor parte (el 71,5%) de los 239 artículos que incluían al menos una cita, la edad media de las citas fue superior a los 14 años. Sólo hubo 68 citaciones a lo largo de todo el quinquenio realizadas antes de que transcurrieran 15 años desde la aparición de los trabajos citados.

En el caso de *AJE*, de los 1045 artículos examinados, 621 (59,4%) no contenían citas de las revistas examinadas. El número de citas de revistas que se hizo en los restantes 424 trabajos fue de 1 a 18 en un mismo artículo, pero la mayor cantidad de ellos contenían sólo una cita (239 artículos, el 56,4% del total).

Los artículos de *AJE* incluyeron citas de 37 revistas diferentes de estadística a lo largo del quinquenio, 18 de las cuales sólo se citaron una vez y sólo 11 más de 10 veces. Las más citadas entre éstas últimas fueron *Biometrics* y *JASA*, con 205 y 152 citas respectivamente, *Journal of the Royal Statistical Society* (114 veces) y *Biometrika* (75 veces).

La edad media de los artículos de índole estadística citados, fue de 16,3 años. El 50,2% de los artículos que citaron revistas lo hicieron a expensas de publicaciones hechas 15 o más años atrás.

Discusión

Una primera observación es que los artículos que precinden totalmente de la estadística constituyen sólo la sexta parte de los de *NEJM*, y apenas uno de cada 25 para *AJE*. Parecen no quedar dudas de que este segmento de la ciencia de éxito tiene en esta tecnología de análisis una fuente metodológica muy significativa. Resulta llamativo que en *NEJM*, la revista biomédica más famosa del mundo, el mayor porcentaje de los artículos (dos de cada tres) o bien no usan la estadística o bien acuden sólo a técnicas estadísticas elementales. Son muy pocos los que exigieron recursos del nivel 4. Resulta claro que la complejidad de los métodos ampliamente predominantes es muy baja.

En un estudio realizado con artículos de *NEJM* de 15 años atrás, Ermerson y Colditz⁴, determinaron que el 58% de los trabajos revisados o bien no hacían uso de la estadística o se circunscribían a la vertiente descriptiva; sólo el 4% usó técnicas de lo que hemos denominado nivel 4. Esto difiere aprecia-

blemente de nuestros hallazgos (22% y 17% respectivamente) que aportan indicios de una transición hacia la complejidad. Sin embargo, otras revistas menos connotadas muestran para el mismo período de nuestro estudio, un patrón similar al de *NEJM* en 1977. En efecto, en 1986 el análisis de los métodos estadísticos usados en la revista *Journal of Family Practice*⁶, arrojó que el 46% de los artículos no utilizan método estadístico alguno, 13% usan solamente técnicas descriptivas, 25% con tablas de contingencia, en tanto que el resto de las técnicas son usadas por el 10% de los trabajos.

De los 1045 artículos examinados en *AJE*, aproximadamente la mitad utilizan técnicas multivariadas elementales, de regresión múltiple o para el análisis de supervivencia (nivel 3). Casi el 90%, sin embargo, puede prescindir de técnicas multivariadas avanzadas o relativamente complejas (de nivel 4).

Debe señalarse que la agrupación de procedimientos es en buena medida arbitraria y pudiera modificarse; en tal caso, se podrían producir resultados diferentes. Sin embargo, parece poco verosímil que el patrón general arriba expuesto pudiera por ello cambiar de modo sustancial. Es posible, asimismo, que en algunos artículos se hayan usado procedimientos estadísticos no anunciados en la sección de Material y Métodos. En tal caso, los resultados pudieran admitir alguna modificación pero, obviamente, sería en favor de los métodos más simples, pues en caso de que allí se hubiesen producido omisiones, éstas no corresponderían a los procedimientos de mayor nivel.

Otro aspecto a tener en cuenta es que aunque el registro de un método estadístico es un dato objetivo que, en principio, no se presta a ambigüedades, lo ideal hubiera sido la realización de un control de calidad: algún tipo de registro cruzado con los resultados de otro clasificador independiente. La ausencia de tal mecanismo constituye sin duda una limitación del trabajo.

En general, una vez constatada la limitada presencia de procedimientos de nivel elevado, el rasgo más llamativo de los resultados es la ausencia *total* y *absoluta* de una amplia gama de recursos estadísticos que en muchos ambientes se consideran de gran trascendencia. Es el caso, por ejemplo, de los siguientes: series cronológicas, análisis de correspondencia, análisis de componentes principales, análisis espectral, correlación canónica, técnicas de autocorrelación, regresión múltiple no lineal, análisis factorial, análisis «Box-Jenkins», prueba de Wald-Wolfowitz, prueba de Moses y diagnóstico de la regresión. Por ello, una primera y obvia consideración salta a la vista, independientemente de cuál sea la razón: existe una gran cantidad de métodos es-

tadísticos que los autores de una parte relevante de la ciencia exitosa no usan.

Si bien el presente trabajo no permite sacar conclusiones acerca de las causas, ello exigiría entrevistas a los autores y quizás un examen más profundo de los propósitos de los trabajos procede considerar algunas posibilidades.

Una de ellas es que los objetivos de los trabajos pueden ser alcanzados sin necesidad de dichas técnicas. Tratándose de trabajos publicados en revistas especialmente celosas de que las contribuciones tengan preguntas transparentemente formuladas y de que éstas hayan sido debidamente respondidas, es muy verosímil que ésta sea una de las explicaciones.

Otra posibilidad es que los autores desconocen las técnicas en cuestión. Esta posibilidad viene abonada por el hecho de que las que no se usan son precisamente las más complejas y recientes. Pero en tal caso, también cabe pensar que los autores no sintieron la necesidad de conocerlas.

Finalmente, no puede descartarse que el perfil de las dos revistas elegidas es tal que los problemas allí tratados no precisan las técnicas aludidas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que *NEJM* es una revista de perfil muy amplio, no tributario de una preferencia metodológica específica. Por lo demás, muchas de las técnicas que no fueron usadas (tales como el análisis discriminante o la regresión múltiple no lineal) distan de ser recursos de alta especificidad, como pudiera ocurrir con el análisis basado en el método *probit* (usado, por cierto, en algunos trabajos de *NEJM*), típico de los estudios farmacológicos.

Aunque las tres explicaciones pudieran ser plausibles, la primera parece ser la más razonable. No obstante, resulta obvia la conveniencia de replicar este estudio para otras publicaciones relevantes.

De forma general, se observó que la edad media de las citas a revistas especializadas en estadística en las dos revistas examinadas es enorme; en particular, es muy elevada la frecuencia de citas de artículos que superan los 15 años de su publicación. Este resultado es sumamente elocuente habida cuenta de la actual dinámica de acceso, casi instantáneo, a la literatura publicada. En síntesis, la bibliografía estadística utilizada por los autores para realizar sus análisis se caracteriza por prescindir, salvo contadas excepciones, de la literatura reciente. Dado que los artículos que hacen algún uso de las revistas especializadas ya es de por sí exiguo, en general el uso de los métodos recientemente publicados es casi nulo.

Para examinar más incisivamente estos datos, cabe tener en cuenta que las revistas especializadas en estadística (el *JCR* recoge datos de 49 publicaciones en este campo¹⁴) no han dejado de publicar

en los últimos años novedades en su área. Por ejemplo, el número de artículos publicados entre 1983 y 1990 por dos de las revistas estadísticas más prestigiosas y de corte más aplicado, *Statistics in Medicine* y *Biometrics*, ascendió según el MEDLINE a 705 y 541, respectivamente. Un cómputo rápido e informal permite estimar que una revista de estadística puede haber publicado unos 75 artículos anuales como promedio. Si consideramos sólo 20 revistas de ésta índole (para circunscribirnos a las de naturaleza más orientada a las aplicaciones), en los últimos tres lustros podrían haberse publicado unos 22000 trabajos. *NEJM* sólo ha incluido 68 citas correspondientes a ese período. Si se repara en que esas 68 citas corresponden a muchos menos trabajos, ya que algunos se citan reiteradamente, la influencia casi nula de esa literatura en la ciencia exitosa se evidencia de manera meridiana.

¿Qué se desprende de estos resultados para la práctica investigadora actual? Muchos investigadores de segundo nivel destinan más tiempo a aprender el manejo de cada vez más paquetes estadísticos que a procurarse el conocimiento detallado de sus propiedades y las condiciones para su aplicación. Por otra parte, al crecer el número de variantes por las que puede optar, hemos observado de manera informal que se va consolidando la convicción de que es mucho lo que se ignora y, por ende, mucho lo que se tiene que llegar a dominar para hacer una investigación de excelencia. Lo primero es con frecuencia cierto: el volumen de recursos potenciales que un investigador no especializado en estadística desconoce es enorme; pero lo segundo posiblemente no pase de ser un mito alimentado por intereses comerciales o por la creciente fascinación por la tecnología. Los presentes resultados, precisamente porque atañen a la investigación de excelencia, parecen convalidar esta presunción.

Se puede considerar que al menos una parte relevante de la investigación biomédica exitosa se limita con elevada frecuencia al uso de recursos estadísticos que no sobrepasan las técnicas multivariadas elementales. Si bien de ello no se desprende que las técnicas más avanzadas deban ser desechadas, es obvio que sería más fructífero que muchos investigadores, que no son estadísticos profesionales, se abstuvieran de profundizar en ellas hasta que no consigan una comprensión de las primeras. Ello bastaría no sólo para comprender el grueso de los resultados de alto nivel que se publican sino incluso para producirlos. Por otra parte, la inmensa mayoría de las investigaciones exitosas actuales prescinden de las publicaciones especializadas en metodología estadística para consolidar sus análisis. Este resultado, unido al hecho de que la

poca literatura estadística que se cita es francamente anticuada, subraya que los avances en el conocimiento clínico y epidemiológico no dependen medularmente de que se posea una gran actualización bibliográfica en esta materia. Esto no puede, desde luego, considerarse una tendencia positiva;

nuestros propios resultados sugieren que, en la medida que la investigación hace uso de técnicas estadísticas más complejas, utiliza con mayor frecuencia la literatura estadística. Pero también revela que tal falta de actualización no es óbice para que se consiga una producción de muy alto nivel.

Bibliografía

1. Hills AB. *Principios de la Estadística Médica*. La Habana: Instituto Cubano del Libro, 1965.
2. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall, 1991.
3. Feinstein AR. Clinical biostatistics: a survey of the statistical procedures in general medical journals. *Clin Pharmacol Ther* 1974; 15: 97-107.
4. Emerson JD, Colditz GA. Use of statistical analysis in the New England Journal of Medicine. *N Engl J Med* 1983; 309: 709-13.
5. Avram MJ, Shanks CA, Dikes MHM, Ronai AK, Stiers WM. Statistical methods in anesthesia articles: an evaluation of two American journals during two six-month periods. *Anesth Analg* 1985; 64: 607-11.
6. Hokanson JA, Bryant SG, Gardner RG, Luttmann DJ, Guernsey BG, Bienskowski AC. Spectrum and frequency of use statistical techniques in psychiatric journals. *Am J Psychiatry* 1986; 143: 1118-22.
7. Hokanson JA, Luttmann DJ, Weiss GB. Frequency and diversity of use of statistical techniques in oncology journals. *Cancer Treat Rep* 1986; 70: 589-94.
8. Hokanson JA, Stiernberg CM, McCracken MS, Quinn FB. The reporting of statistical techniques in otolaryngology journals. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1987; 113: 45-50.
9. Hokanson JA, Ladoulis CT, Quinn FB, Bienkowski AC. Statistical techniques reported in pathology journals during 1983-1985. *Arch Pathol Lab Med* 1987; 111: 202-7.
10. Rosenfeld RM, Rockette HE. Biostatistics in otolaryngology journals. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 117: 1172-6.
11. Juzych MS, Shin DH, Seyedsadr M, Siegner SW, Juzych LA. Statistical techniques in ophthalmic journals. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1225-9.
12. Fromm BS, Snyder VL. Research design and statistical procedures used in the Journal of Family Practice. *J Fam Pract* 1986; 23: 564-6.
13. Cruess DF. Review of use of statistics in the American Journal of Tropical Medicine and Hygiene for January - December 1988. *Am J Trop Med Hyg* 1989; 41: 619-26.
14. Journal Citation Reports. *A Bibliometric Analysis of Science Journals in the ISI Database*. Institute for Scientific Information, Inc. 1990.

Apéndice. Métodos estadísticos usados al menos una vez en los artículos publicados por NEJM y AJE en 1986-1990, según niveles de complejidad

Nivel 1: Estadística descriptiva

- Porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión, gráficos
- Tasas de incidencia y prevalencia

Nivel 2: Técnicas convencionales univariadas y de muestreo

- Chi Cuadrado para evaluación de asociación de variables cualitativas
- Chi Cuadrado para análisis de tendencia de odds ratios
- Chi Cuadrado para evaluación de bondad del ajuste
- Prueba exacta de Fisher para tablas de 2 x 2
- Test de Mc Nemar
- Prueba t de Student
- Coeficientes de Correlación (Pearson, Spearman, Kendall e Intraclase)
- Regresión lineal simple
- Análisis de la varianza
- Pruebas de comparación múltiple (Scheffé, Duncan, Dunnett, Tuckey, etc.)
- Test de Kruskal Wallis
- Prueba de los signos o rachas
- Prueba de rangos con signos de Wilcoxon
- Prueba de suma de rangos de Wilcoxon
- Bondad del ajuste de Kolmogorov-Smirnov
- Prueba de la mediana
- Prueba de Mann-Whitney
- Test Q de Cochran
- Coeficientes de concordancia
- Odds ratios
- Riesgos (relativo y atribuible)
- Sensibilidad y especificidad de pruebas diagnósticas

- Técnicas de selección y de determinación del tamaño muestral
- Prueba de Bartlett para comparación de varianzas

Nivel 3: Técnicas multivariadas elementales, de regresión múltiple y análisis de supervivencia

- Chi Cuadrado de Mantel-Haenszel para post-estratificación
- Regresión lineal múltiple
- Regresión logística
- Análisis de la covarianza
- Método de Kaplan Meier para análisis de supervivencia
- Curva de sobrevida actuarial

Nivel 4: Otras técnicas multivariadas, recursos inferenciales avanzados y técnicas de alta especificidad

- Modelo log-lineal
- Modelo de Cox
- Análisis de clusters
- Análisis discriminante
- Método probit
- Prueba T² de Hotelling
- Test de Newman-Keuls
- Método log rank
- Prueba de Stuart Maxwell
- Test de Friedman
- Dócima de Theil
- Regresión de Poisson
- Test de Shapiro y Wilk