

Redes de coautorías y colaboración institucional en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA

Juan C. Valderrama-Zurián^a, Gregorio González-Alcaide^a, Francisco J. Valderrama-Zurián^b, Rafael Aleixandre-Benavent^a y Alberto Miguel-Dasit^c

^aUnidad de Documentación. Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero. Universitat de València-CSIC. Valencia. España.

^bCentro de Salud Nápoles y Sicilia. Departamento 9. Agència Valenciana de Salut. Valencia. España.

^cServicio de Resonancia Magnética. Hospital de la Plana. Vila-Real. Castellón. España.

Introducción y objetivos. El presente estudio analiza los patrones de colaboración de los investigadores y las instituciones en los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA.

Métodos. Se identificaron las coautorías y relaciones de colaboración institucional de REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA en el período 2000-2005 y se obtuvo el índice de firmas/trabajo. Para construir las redes de colaboración se utilizaron los programas «TextToPajek» y «PAJEK».

Resultados. Se analizaron 980 trabajos, el 95,1% firmado en coautoría por 2 o más autores y el 51,43% en colaboración institucional. El índice de firmas/trabajo ha sido de $6,23 \pm 3,1$. Se encontró una relación estadística ($p < 0,02$) entre el índice de firmas/trabajo y la sección donde era publicado el trabajo, ya que los publicados en las secciones Artículos originales y Artículos especiales tenían un mayor índice de firmas/trabajo (media de $7,87 \pm 2,88$ y $6,59 \pm 5,02$, respectivamente). Se han identificado 44 autores de elevada productividad y 25 agrupaciones de autores integrados por 112 investigadores.

Conclusiones. El análisis de las redes de colaboración ha permitido identificar numerosas agrupaciones de autores del área cardiovascular en España, así como las relaciones existentes entre ellas desde el punto de vista de la investigación y las publicaciones científicas. El aspecto más significativo de la colaboración institucional fue el predominio de la colaboración intrainstitucional e intraautonómica (el 80,57% de las colaboraciones). Posibles estudios futuros podrían incluir el análisis de la producción científica de los investigadores de las agrupaciones identificadas y la evolución en el tiempo de los patrones de colaboración.

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 101-3

Palabras clave. *Publicaciones científicas. Análisis de coautorías. Colaboración institucional. Redes de colaboración.*

Coauthorship Networks and Institutional Collaboration in REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA Publications

Introduction and objectives. The aim of this study was to analyze the patterns of investigator and institutional collaboration in papers published in the REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA.

Methods. Details of coauthorship and institutional collaboration involved in articles published in the REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA in the period 2000-2005 were recorded and a collaboration index was derived. Collaboration networks were identified using the TextToPajek and PAJEK software tools.

Results. Of the 980 papers analyzed, 95.1% had been authored by two or more individuals and 51.43% involved institutional collaboration. The overall collaboration index was 6.23 (standard deviation [SD] 3.1). There was a significant statistical relationship ($P < .02$) between the collaboration index and the journal section in which the article was published: the Original Articles and Special Reports sections had the highest collaboration indices (mean 7.87 [2.88]; and mean 6.59 [5.02], respectively). The 44 authors who had the highest publication rates were identified. In addition, 25 coauthorship networks involving 112 investigators were observed.

Conclusions. An analysis of collaboration networks led to the identification of a number of author networks in cardiovascular medicine in Spain, and highlighted the interrelationships between them in terms of both scientific research and scientific publications. The most significant aspect of institutional collaboration was the predominance of collaboration within institutions and within Spanish autonomous regions (i.e., 80.57% of collaborations). Possible topics for future study include an analysis of the scientific productivity of the networks identified and of changes in the pattern of collaboration over time.

Key words: *Scientific publications. Coauthorship analysis. Institutional collaboration. Collaboration networks.*

Full English text available from: www.revespcardiol.org

Correspondencia: Dr. J.C. Valderrama Zurián.
Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero.
Facultad de Medicina.
Avda. Blasco Ibáñez, 15. 46010 Valencia. España.
Correo electrónico: Juan.Valderrama@uv.es

Recibido el 4 de enero de 2006.

Aceptado para su publicación el 28 de septiembre de 2006.

INTRODUCCIÓN

La producción científica española en el área cardiovascular ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años. Así, en el período 1994-1999 se identificaron 840 documentos realizados por autores españoles en las bases de datos del Institute for Scientific Information versión CD-ROM, con un incremento del 80,9% en 1999 frente a 1994¹, mientras que los documentos recogidos en el National Science Indicators y National Citation Reports correspondientes al período 1994-2002 ascendieron a 2.556, con un aumento constante en el número global de trabajos/año, que pasó de 6.616 en 1994 a 9.143 en 2002². Las revistas españolas que mayor número de artículos incluyeron en el área cardiovascular fueron REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (n = 899) y *Medicina Clínica* (n = 140)². Ambas han sido las revistas clínicas en castellano que han obtenido un mayor factor de impacto en el *Journal Citation Reports* de 2004 (FI = 1,802 y FI = 1,005) y la primera y tercera, respectivamente, en 2005 (FI = 1,769 y FI = 1,074)³. También son las que ocupan los primeros dos lugares en el estudio del Factor de Impacto Potencial de las Revistas Médicas Españolas de 2003 (FI = 1,501 y FI = 1,061, respectivamente)⁴.

Por otra parte, en cardiología y en la investigación biomédica en general se está produciendo un aumento progresivo de los trabajos realizados en colaboración. La colaboración es necesaria para el avance del conocimiento porque los problemas requieren abordajes multidisciplinarios⁵, y es conveniente para poder complementar insuficiencias⁶. En la investigación cardiológica colaboran fundamentalmente profesionales de las áreas de cardiología, medicina de familia y medicina interna, pero también biólogos, químicos, farmacéuticos, matemáticos y radiólogos^{6,7}.

En este contexto, el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del período 2004-2007⁸ ha tratado de promover la investigación de carácter multidisciplinario. En el área de la biomedicina, la convocatoria de redes temáticas de investigación cooperativa (RETIC) del Instituto de Salud Carlos III⁹ tiene como objetivo contribuir a fundamentar científicamente los programas y políticas del Sistema Nacional de Salud en las áreas prioritarias del Plan Nacional de I+D+I mediante la asociación de centros y grupos de investigación biomédica, multidisciplinarios y multiinstitucionales. Con esta tipología de redes se pretende la creación de esquemas de cooperación científica más potentes que permitan alcanzar objetivos que difícilmente podrían plantearse en un contexto de ejecución más restringido¹⁰. En el momento de la redacción de este manuscrito, hay 3 redes del área cardiovascular⁹: «RECAVA. Factores de riesgo, evolución y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares y sus mecanismos moleculares y celulares» coordinada por Soler Soler, del Hospital Vall d'Hebron de Barce-

lona; «HERACLES. Determinantes genéticos y ambientales de la disfunción vascular en la hipertensión y en la cardiopatía isquémica» coordinada por Marrugat de la Iglesia, del Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM) de Barcelona; y «EULALIA-MUSIC2, características epidemiológicas, fisiopatológicas, clínicas y anatomopatológicas de la muerte súbita en España» coordinada por Bayés de Luna, del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau de Barcelona. Asimismo, se están promoviendo desde el Instituto de Salud Carlos III los Centros de Investigación Biomédica en Red (CIBER)¹¹, organismos de investigación dotados de personalidad jurídica propia que tienen como misión la investigación monográfica sobre una enfermedad o problema de salud concreto, y que constituirán grandes centros de investigación traslacional.

El estudio de la colaboración científica ayuda a establecer grupos y redes de trabajo, pudiendo ser analizada y evaluada mediante el empleo de técnicas bibliométricas y representada mediante lo que algunos autores denominan «redes de coautorías»^{12,13} o «mapas bibliométricos»¹⁴.

El objetivo del presente trabajo es identificar y representar gráficamente las redes de colaboración de autores e instituciones que han publicado sus trabajos científicos en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA a lo largo del período 2000-2005.

MÉTODOS

Identificación de los trabajos, datos bibliográficos y normalización de autores e instituciones

Para la realización del estudio se han identificado los trabajos de investigación publicados durante el período 2000-2005 en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA. Para cada uno de los trabajos seleccionados se ha identificado el nombre y los apellidos de los autores firmantes, así como el centro de procedencia de éstos (institución, ciudad y país).

Para la normalización de las autorías se han comprobado las firmas en las que un mismo autor firmaba de dos o más formas diferentes, utilizándose como criterio básico de unificación la existencia de coincidencia en los lugares de trabajo de las firmas. En el caso de las instituciones, se han unificado las diferentes variantes de hospitales según la denominación recogida en el Catálogo Nacional de Hospitales 2005¹⁵ y en el Registro Nacional de Universidades, Centros y Enseñanzas¹⁶. Asimismo, dado que las firmas institucionales de muchos registros bibliográficos recogían dos o más instituciones (p. ej., hospitales universitarios y universidades) y para no perder información, se ha procedido a diferenciar estas firmas, consignando en estos casos para cada registro bibliográfico tantas firmas como crocinstituciones se podían individualizar.

Con la información extraída se ha confeccionado una base de datos relacional utilizando el programa Microsoft Access.

Indicadores bibliométricos de colaboración y redes de coautorías y de colaboración institucional

A lo largo del trabajo se han utilizado los términos «coautoría» para hacer referencia a la firma conjunta de un trabajo científico por 2 autores, y «colaboración institucional» en el caso de la firma conjunta de un trabajo por diferentes instituciones, distinguiéndose en este caso los siguientes tipos de colaboración: intrainstitucional (diferentes unidades o departamentos de una misma macroinstitución), interinstitucional de carácter nacional (entre instituciones de la misma o de diferentes comunidades autónomas) e interinstitucional de carácter internacional, cuando concurren una institución española y una extranjera. Se ha empleado el término sajón «clúster» en su acepción relacionada con los modelos de grafos para referirse al conjunto de nodos o vértices (autores o instituciones) altamente conectados entre sí mediante arcos o enlaces (relaciones de coautoría o de colaboración institucional) pero con conexiones esporádicas hacia el exterior¹⁷, y «umbral o intensidad de colaboración», el valor utilizado para formar los clústeres de autores y de instituciones, que hace referencia a la frecuencia de coautoría entre las parejas de autores o de colaboración entre instituciones y que refleja las relaciones más o menos consolidadas entre ellos a la hora de publicar los resultados de sus investigaciones de forma conjunta. Este valor ha sido utilizado en diversos estudios bibliométricos como criterio para considerar los clústeres identificados como «grupos de investigación»^{18,19}.

La colaboración entre autores se ha caracterizado mediante el cálculo del número de trabajos, firmar, colaboraciones el índice de firmas/trabajo (IFT) o índice de colaboración, que es la media del número de firmas por trabajo, y el índice autores/trabajo (media del número de autores por trabajo considerando únicamente los autores distintos). Asimismo, se realizó un análisis estadístico descriptivo de las variables estadísticas estudiadas (media e intervalo de confianza [IC] del 95%). Para la comparación de las medias de las variables distribuidas de forma normal se aplicó el análisis de varianza ANOVA, evaluándose la igualdad de las varianzas con la prueba de Levene. Las comparaciones posteriores se realizaron mediante la prueba de Bonferroni para varianzas iguales y la T2 de Thamhane para varianzas no iguales.

Para la construcción de la red de coautorías se han identificado todas las combinaciones de pares de autores de cada trabajo. El número de coautorías de cada trabajo está en relación con el número de firmas

de éste, ya que es igual a $m!/(m-n)!n!$, donde «m» es el número de autores firmantes y «n» el número de elementos de las agrupaciones realizadas, en este caso dos, ya que se identifican parejas de autores que firman conjuntamente un trabajo. Una vez cuantificadas las coautorías se ha establecido un umbral o intensidad de colaboración de 6 o más colaboraciones entre pares de autores, con la intención de reducir el número de nodos y arcos que impedirían una visión clara de la red y centrar así el análisis en las relaciones de coautoría más intensas. La misma metodología se ha aplicado a las firmas institucionales para construir la red de colaboración interinstitucional, si bien en este caso se ha aplicado un umbral de 3 o más colaboraciones.

Se han obtenido una serie de medidas propias del análisis estructural o de redes sociales. Considerando los agentes (autores o instituciones) de forma individual, se presentan 3 medidas de centralidad o de cohesión que proporcionan una aproximación muy precisa para el análisis de la red social estudiada: el grado (o *degree*) y los índices de intermediación (*betweenness*) y de cercanía (*closeness*)²⁰.

El grado indica el número de agentes distintos con los que está conectado de forma directa un determinado autor o institución, y se ha obtenido a partir de la identificación y posterior cuantificación de las relaciones de coautoría y de colaboración institucional. Se trata de una medida que refleja la mayor o menor colaboración mantenida por parte de los autores e instituciones. El índice de intermediación evalúa en qué medida un agente está situado en medio o entre otros agentes de la red, permitiendo su interconexión. Mide, por tanto, el prestigio de autores e instituciones y su capacidad para acceder y controlar los flujos de información. Se calcula como la suma de los caminos más cortos entre 2 agentes que incluyen entre ambos el agente en cuestión. El índice de cercanía permite valorar la rapidez de interacción de un agente con el resto de agentes de la red, es decir, refleja la «proximidad» de cada autor o institución con el resto de los agentes de la red. Se calcula como la inversa de la suma de las distancias del agente en cuestión al resto de agentes con los que está conectado²⁰.

Para determinar la cohesión de los clústeres identificados, se ha calculado la densidad de cada uno de ellos, medida que determina el grado de ligamen o de conexión entre sus miembros según la relación entre el número de enlaces existentes y el número de enlaces posibles. Para ello se ha aplicado la fórmula $2e/n(n-1)$, donde «e» es el número de enlaces existentes y «n» el número de agentes²⁰.

Para el cálculo de los indicadores y la construcción de las redes se ha utilizado el programa TextToPajek desarrollado en la Universidad Complutense de Madrid²¹ y el programa de análisis de redes PAJEK²².

RESULTADOS

De los 980 trabajos analizados, 455 (46,43%) eran Artículos originales y 270 (27,55%), Comunicaciones breves. En la tabla 1 se presenta la distribución por año de publicación y sección a la que pertenecen los trabajos publicados.

El 95,1% (n = 932) de los trabajos han sido firmados en colaboración por 2 o más autores, mientras que solamente el 4,9% (n = 48) ha sido firmados por un único autor (tabla 2). Se han identificado un total de 6.108 firmas, lo que supone una media de $6,23 \pm 3,1$ firmas/trabajo. El IFT se ha mantenido prácticamente constante, con valores cercanos a 6 a lo largo de todo el sexenio. No se observaron diferencias estadísticamente significativas según el año de publicación, pero sí según la sección donde se publicaban los trabajos (p < 0,02). Así, los trabajos publicados en la sección Artículos originales han sido los que mayor IFT han presentado a lo largo del período estudiado (media, $7,87 \pm 2,88$), seguidos de los Artículos especiales (media $6,59 \pm 5,02$) y las Comunicaciones breves (media, $5,55 \pm 1,2$). En el polo opuesto, las secciones con menor índice correspondieron a los Artículos de revisión (media, $2,72 \pm 1,23$), las Controversias (media, $2,75 \pm 2,87$), la Puesta al día (media, $2,95 \pm 1,98$) y las Imágenes en cardiología (media, $3,3 \pm 1,11$).

El número de autores diferentes que han publicado durante el período ha sido de 2.927, con una media de 2,99 autores por trabajo (tabla 2). El hecho de que la media global de autores por trabajo en la totalidad del período sea inferior a las medias anuales es debido a que, a medida que se incrementa el período estudiado, disminuye el número de autores distintos.

En la tabla 3 se presentan los 44 autores que han publicado más de 11 trabajos y sus patrones de colaboración, incluidos el número de firmas y de colaboradores en los trabajos en los que han intervenido y los índices firmas/trabajo y autores/trabajo. Destacan algunos autores que, aunque no ocupan los primeros puestos en el ranking de productividad, reúnen un elevado número de firmas y un amplio núcleo de colaboradores, de lo que se derivan elevados IFT y media de autores por trabajo.

Al aplicar un umbral o intensidad de colaboración de 6 o más trabajos firmados en coautoría se han identificado 25 clústeres de autores de elevada intensidad de colaboración que están compuestos por 112 autores de 29 instituciones diferentes. De los 73 autores más productivos, 54 (73,97%) se integraron en alguno de los clústeres que se han identificado, cifra que es aún superior si se consideran los 24 autores más productivos (> 14 trabajos), ya que 20 de ellos están adscritos a alguno de los clústeres (83,33%). Asimismo, de los 112 autores que constituyen los clústeres se han identi-

TABLA 1. Número de trabajos por año y sección publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005) seleccionados para la realización del estudio

Secciones	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total (%)
Artículos originales	73	80	80	81	68	73	455 (46,43%)
Comunicaciones breves	49	50	49	35	40	47	270 (27,55%)
Imágenes en cardiología	16	17	12	12	12	12	81 (8,26%)
Artículos especiales*	27 (2)	13 (2)	5 (3)	6 (2)	8 (3)	9 (3)	68 (6,94%)
Puesta al día	6	9	13	11	10	12	61 (6,22%)
Artículos de revisión	6	7	9	6	7	4	39 (3,98%)
Controversia	2	2	-	-	2	-	6 (0,61%)
Total	179	178	168	151	147	157	980 (100%)

*De la sección de Artículos especiales se excluyeron 15 trabajos (entre paréntesis) que no eran considerados trabajos de investigación.

TABLA 2. Distribución del número de firmas y de autores en relación con los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Año	N.º de trabajos	N.º de trabajos en coautoría (%)	N.º de firmas	Media firmas/trabajo	IC del 95%	N.º de autores	Media autores/trabajo	N.º máximo de autores/trabajo
2000	179	168 (93,85%)	1.110	6,20	5,70-6,70	761	4,25	31
2001	178	169 (94,94%)	1.038	5,83	5,43-6,23	828	4,65	14
2002	168	161 (95,83%)	1.002	5,96	5,54-6,39	744	4,42	14
2003	151	143 (94,7%)	988	6,54	6,02-7,07	733	4,85	17
2004	147	140 (95,23%)	953	6,48	5,94-7,02	754	5,12	22
2005	157	151 (96,18%)	1.017	6,48	5,97-6,98	877	5,58	20
Total	980	932 (95,1%)	6.108	6,23	6,04-6,43	2.927*	2,99*	31

IC: intervalo de confianza.

*Para el cálculo de estos valores se han tenido en cuenta los autores distintos que han publicado durante el período 2000-2005.

TABLA 3. Autores con más de 11 trabajos y patrones de colaboración en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Autor	N.º de trabajos	Trabajos en colaboración (%)	N.º de firmas	N.º de colaboradores	Media firmas/trabajo	Media autores/trabajo
1. Valdés Chavarri, Mariano	36	36 (100%)	282	92	7,83	2,55
2. Chorro Gascó, Francisco J	20	20 (100%)	189	51	9,45	2,55
3. Sanchís Forés, Juan	20	20 (100%)	190	51	9,5	2,55
4. Soler Soler, Jordi	19	19 (100%)	141	70	7,42	3,68
5. Benito Bartolomé, Fernando C	18	14 (77,78%)	58	23	3,22	1,28
6. Candell Riera, Jaume	18	17 (94,44%)	149	79	8,28	4,39
7. López Palop, Ramón	18	18 (100%)	135	37	7,5	2,05
8. Anguita Sánchez, Manuel Pablo	17	15 (88,23%)	114	32	6,7	1,88
9. Bertomeu Martínez, Vicente	17	17 (100%)	184	79	10,82	4,65
10. Bodí Peris, Vicent	17	17 (100%)	160	41	9,41	2,41
11. Goicolea Ruigómez, Francisco Javier	17	17 (100%)	114	50	6,7	2,94
12. Marrugat de la Iglesia, Jaume	17	17 (100%)	156	75	9,18	4,41
13. Mesa Rubio, Dolores	17	17 (100%)	136	38	8	2,23
14. Sobrino Daza, José Antonio	17	17 (100%)	107	38	6,29	2,23
15. Bosch Genover, Xavier	16	16 (100%)	114	61	7,12	3,81
16. Climent Payá, Vicente E	16	16 (100%)	147	58	9,19	3,62
17. Marín Ortuño, Francisco	16	16 (100%)	141	58	8,81	3,62
18. Pinar Bermúdez, Eduardo	16	16 (100%)	125	35	7,81	2,19
19. Teresa Galván, Eduardo de	16	16 (100%)	116	46	7,25	2,87
20. Castro Beiras, Alfonso	15	15 (100%)	114	70	7,6	4,67
21. García Alberola, Arcadio	15	15 (100%)	103	42	6,87	2,8
22. González Juanatey, José Ramón	15	15 (100%)	97	64	6,47	4,27
23. Llácer Escorihuela, Ángel	15	15 (100%)	145	37	9,67	2,47
24. López Sendón, José Luis	15	15 (100%)	124	65	8,27	4,33
25. Lozano Martínez Luengas, Íñigo	14	14 (100%)	116	33	8,28	2,36
26. Moreno Gómez, Raúl	14	13 (92,86%)	111	53	7,93	3,78
27. San Román Calvar, José Alberto	14	14 (100%)	120	81	8,57	5,78
28. Merino Llorens, José Luis	13	13 (100%)	74	30	5,69	2,31
29. Vallés Belsué, Federico	13	13 (100%)	110	30	8,46	2,31
30. Zamorano Gómez, José Luis	13	13 (100%)	96	44	7,38	3,38
31. Aguadé Bruix, Santiago	12	12 (100%)	95	41	7,92	3,42
32. Alfonso Manterola, Fernando	12	12 (100%)	73	44	6,08	3,67
33. Almenar Bonet, Luis	12	6 (50%)	59	26	4,91	2,17
34. Almendral Garrote, Jesús	12	12 (100%)	88	54	7,33	4,5
35. Almería Valera, Carlos	12	12 (100%)	86	37	7,17	3,08
36. Castell Conesa, Joan	12	12 (100%)	96	42	8	3,5
37. Mantilla González, Ramón	12	12 (100%)	84	39	7	3,25
38. Medina Fernández Aceituno, Alfonso	12	12 (100%)	94	43	7,83	3,58
39. Oliver Ruiz, José María	12	11 (100%)	54	27	4,5	2,25
40. Payá Serrano, Rafael	12	12 (100%)	139	53	11,58	4,42
41. Peinado Peinado, Rafael	12	12 (100%)	72	32	6	2,67
42. Picó Aracil, Francisco	12	12 (100%)	96	21	8	1,75
43. Ruipérez Abizanda, Juan Antonio	12	12 (100%)	87	41	7,25	3,42
44. Sanz Romero, Ginés	12	12 (100%)	90	43	7,5	3,58

ficado 58 (51,78%) que, aunque no ocupan los primeros lugares en el *ranking* de productividad (ya que se sitúan entre los puestos 74 y el 197 del *ranking*), se caracterizan por tener una elevada intensidad de colaboración con otros autores. El clúster con más autores ha sido el liderado por M. Valdés Chavarri, compuesto por 14 autores, seguido por los clústeres de F.J. Chorro Gascó/J. Sanchís Forés y de M.P. Anguita Sánchez/D. Mesa Rubio, integrado por 9 autores cada uno de ellos

(fig. 1). Entre los clústeres conformados por 9 o más miembros, el que presenta el índice más elevado de cohesión es el de F.J. Chorro Gascó/J. Sanchís Forés (0,64), mientras que entre los clústeres conformados por 5-7 miembros destacan los de A. Medina Fernández Aceituno y J. Soler Soler, con índices de cohesión de 1 y 0,9, respectivamente (tabla 4).

En la tabla 5 se presentan los valores estadísticos de centralidad de los autores calculados considerando to-

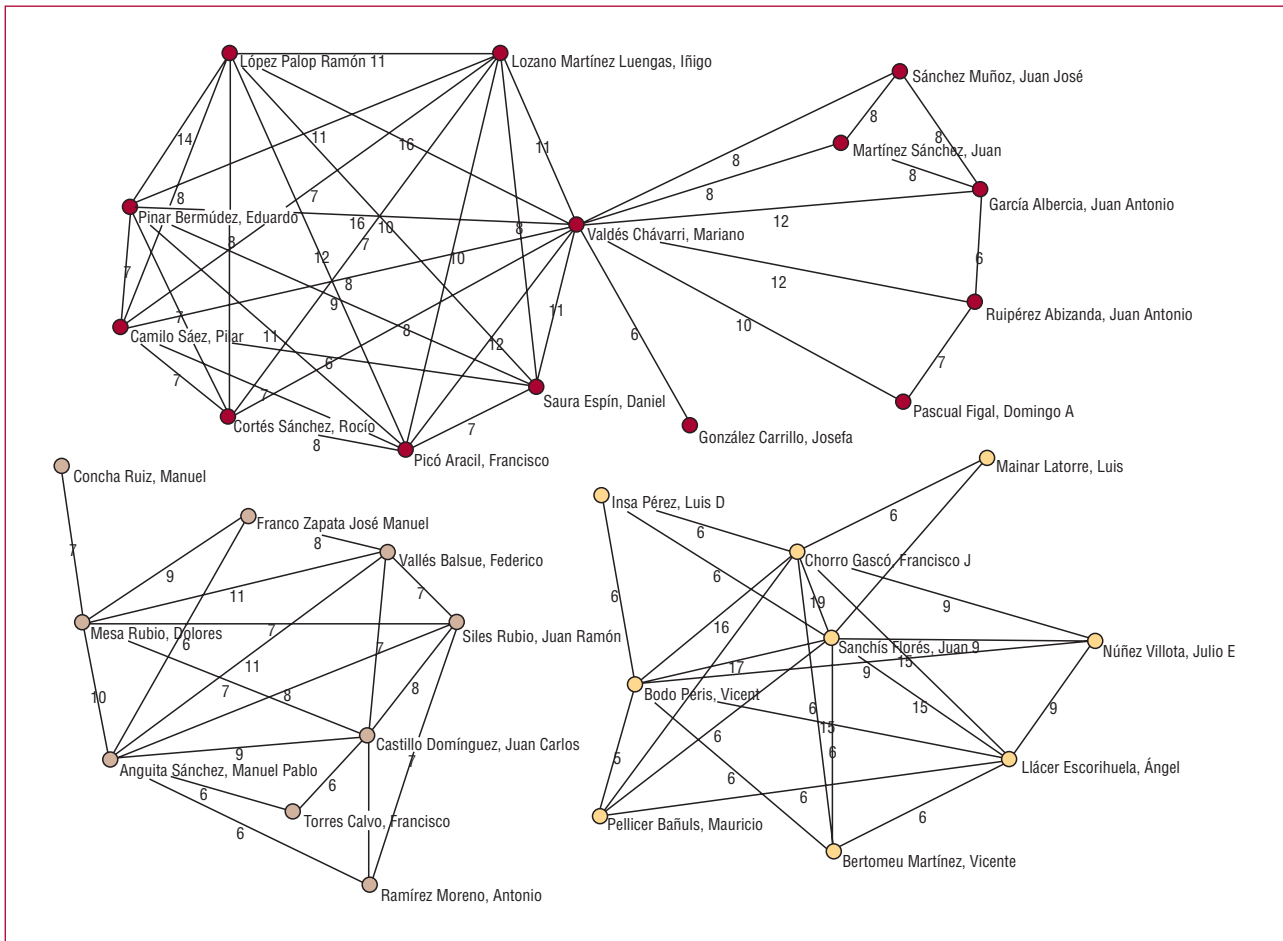


Fig. 1. Clústeres uno a 3 (9 o más miembros) con una intensidad de colaboración de 6 o más coautorías.

das las coautorías identificadas, donde se puede observar que algunos autores que no ocupan los primeros puestos de *ranking* de productividad ejercen un destacado papel de «intermediarios» con otros autores o de «proximidad» a éstos en la red de coautorías.

En 504 trabajos (51,43%) se ha observado la presencia de algún tipo de colaboración (intrainstitucional o interinstitucional) frente a 476 trabajos (48,57%) en los que hay una ausencia de colaboración. Considerando los 473 trabajos en colaboración en los que intervienen instituciones españolas (tabla 6), se sitúa en primer lugar la colaboración intrainstitucional (40,87%), seguida muy de cerca por la colaboración interinstitucional entre instituciones de la misma comunidad autónoma (39,7%). Ya a cierta distancia se sitúa la colaboración entre instituciones de diferentes comunidades autónomas (15,41%) y la colaboración internacional (4,02%). Cabe destacar una tendencia hacia el aumento de la colaboración cuando se analiza la colaboración desglosada por años, ya que el número de trabajos en colaboración ha pasado del 43,02% en el año 2000 al 56,69% en 2005, año que presenta el índice de

colaboración más elevado de todo el sexenio (tabla 6).

En la tabla 7 se presentan las 42 instituciones más productivas (> 9 trabajos) y sus patrones de colaboración interinstitucional. El *ranking* de productividad aparece encabezado por el Complejo Universitario La Paz (Madrid), con 50 trabajos, seguido por el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid), con 45 trabajos. Hospitales Vall d'Hebron (Barcelona) y el Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca (Murcia) se sitúan con 40 trabajos, la Clínica Universitaria de San Carlos (Madrid) con 39, el Hospital Clínic i Provincial de Barcelona con 34 y el Hospital Ramón y Cajal (Madrid) con 33. Otras 12 instituciones obtienen más de 20 trabajos y 23, entre 10 y 19 trabajos.

Para la formación de la red de colaboración institucional se ha aplicado un umbral de 3 o más colaboraciones, representando la mayor o menor intensidad de colaboración mediante diferentes grosores en los enlaces. En la figura 2 se recoge el núcleo principal de la red de instituciones. En relación con los estadísticos de centralidad de colaboración institucional (tabla 8), los principales agentes de la red son el Hospital Uni-

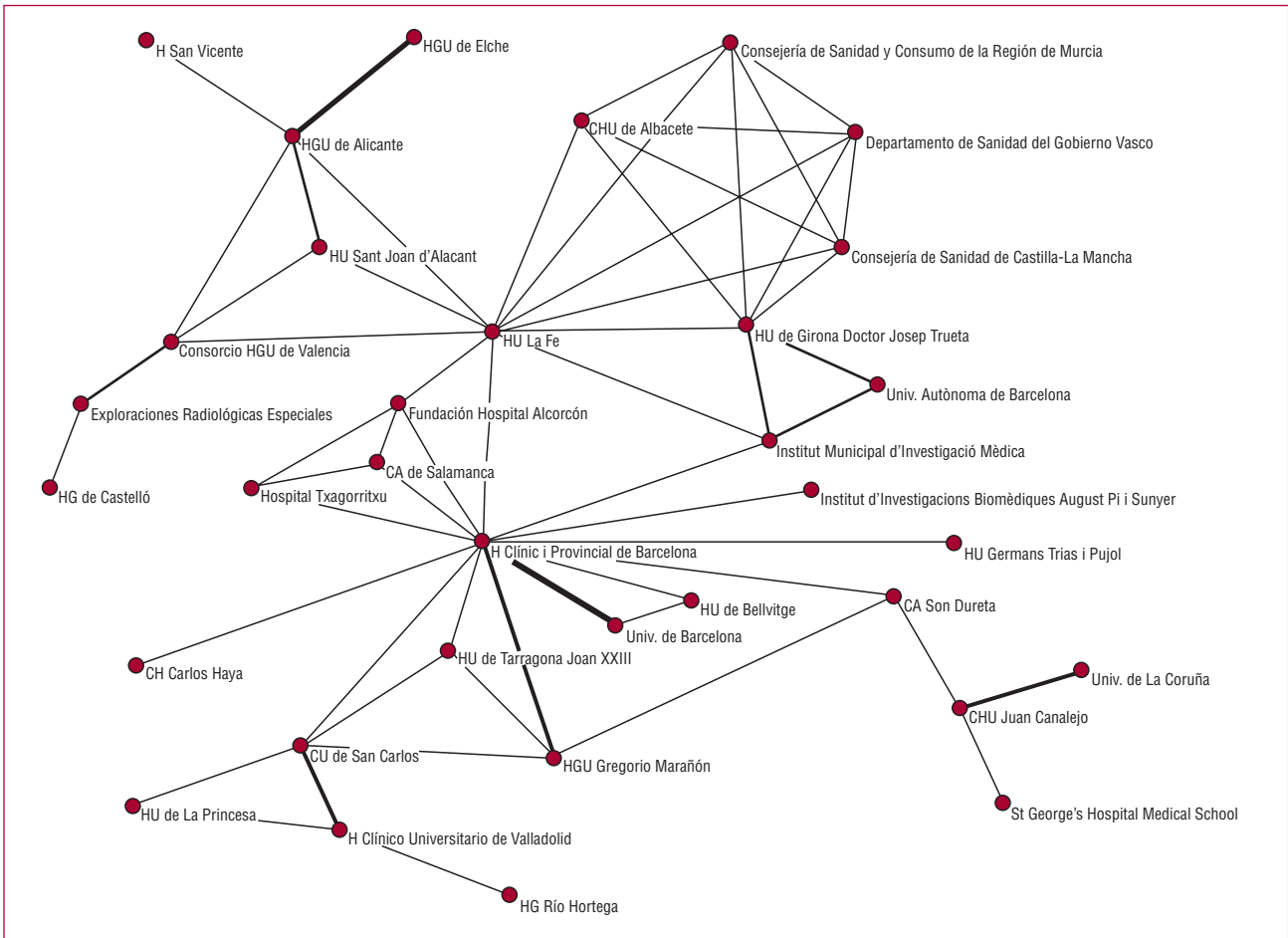


Fig. 2. Núcleo principal de la red de colaboraciones institucionales con una intensidad de colaboración de 3 o más relaciones de colaboración.

versitario La Fe (Valencia) y el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona), que ocupan el primer y el segundo lugar, respectivamente, en los 3 indicadores. Otras instituciones que ocupan un papel destacado en cuanto al número de instituciones distintas con las que han colaborado (grado) son el Institut Municipal d'Investigació Mèdica (Barcelona), el Hospital Clínic i Provincial de Barcelona y el Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid), las 3 situadas también entre los primeros 10 puestos del *ranking* de intermediación. A continuación se sitúan el Complejo Asistencial de Salamanca, el Complejo Universitario La Paz (Madrid), el Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca (Murcia) y el Complejo Hospitalario Universitario Juan Canalejo (A Coruña), todas ellas también con un destacado papel en el resto de indicadores.

DISCUSIÓN

La metodología aplicada ha permitido identificar los autores e instituciones más productivos y la composición de 25 clústeres de autores de intensa colaboración en el área cardiovascular en España que han publicado

sus trabajos en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA durante el período 2000-2005, caracterizando mediante indicadores bibliométricos su actividad científica. No obstante, es importante realizar algunas observaciones en relación con el método aplicado.

1. En lo que se refiere a la cobertura de la producción científica analizada, únicamente se ha tomado en consideración para la realización del estudio REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA. Una visión exhaustiva y completa del área cardiovascular pasaría por tomar en consideración todas las revistas españolas, así como la producción científica de autores españoles en revistas extranjeras. No obstante, la metodología aplicada presenta la ventaja de que, al tratarse de un estudio efectuado a partir de una de las revistas clínicas editadas en España con mayor factor de impacto entre la comunidad científica, los resultados obtenidos representan un panorama del núcleo de mayor repercusión y calidad de la investigación en nuestro país²³.

2. Los problemas de la normalización. La importancia de la normalización de los nombres de los autores

TABLA 4. Clústeres de autores identificados mediante el análisis de la intensidad de coautorías de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005), con la indicación de la cohesión y del ranking de productividad de cada uno de los autores

Clúster/cohesión	N.º de autores que lo componen/instituciones	Autores	
		Autor	Ranking
Clúster 1 Cohesión = 0,41	14 Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca (Murcia)	Valdés Chávarri, M	1
		López Palop, R	5-7
		Pinar Bermúdez, E	15-19
		García Alberola, A	20-24
		Lozano Martínez Luengas, I	25-27
		Picó Aracil, F	31-44
		Ruipérez Abizanda, JA	31-44
		Saura Espín, D	45-55
		Pascual Figal, DA	56-73
		Carrillo Sáez, P	74-98
		Cortés Sánchez, R	99-122
		Sánchez Muñoz, JJ	99-122
		Martínez Sánchez, J	99-122
		González Carrillo, J	153-197
Clúster 2 Cohesión = 0,64	9 Hospital Clínico Universitario (Valencia) Hospital Universitario Sant Joan d'Alacant	Chorro Gascó, FJ	2-3
		Sanchís Forés, J	2-3
		Bertomeu Martínez, V	8-14
		Bodí Peris, V	8-14
		Llácer Escorihuela, A	20-24
		Núñez Villota, JE	74-98
		Mainar Latorre, L	99-122
		Insa Pérez, LD	123-152
		Pellicer Bañuls, M	153-197
		Clúster 3 Cohesión = 0,53	9 Hospital Universitario Reina Sofía (Córdoba) Hospital Costa del Sol (Málaga)
Mesa Rubio, D	8-14		
Vallés Belsué, F	28-30		
Franco Zapata, JM	56-73		
Ramírez Moreno, A	56-73		
Castillo Domínguez, JC	74-98		
Siles Rubio, JR	74-98		
Concha Ruiz, M	99-122		
Torres Calvo, F	153-197		
Clúster 4 Cohesión = 0,67	7 Consorcio Hospital General Universitario de Valencia	Hornero Sos, F	45-55
		Montero Argudo, JA	56-73
		Cánovas López, SJ	74-98
		García Fuster, R	74-98
		Gil Albarova, O	74-98
		Dalmau Sorlí, MJ	99-122
Bueno Codoñer, M	153-197		
Clúster 5 Cohesión = 0,57	7 Complejo Hospitalario Virgen de la Victoria (Málaga)	Teresa Galván, E	15-19
		Gómez Doblás, JJ	45-55
		Jiménez Navarro, MF	56-73
		Rodríguez Bailón, I	99-122
		Alonso Briales, JH	123-152
		Cabrera Bueno, F	123-152
		Hernández García, JM	153-197
Clúster 6 Cohesión = 0,53	6 Hospital General Universitario de Alicante Hospital Universitario La Fe (Valencia) Hospital General Universitario de Elche (Alicante)	Climent Payá, VE	15-19
		Marín Ortuño, F	15-19
		Sogorb Garri, F	45-55
		García de Burgos Rico, F	74-98
		Jordán Torrent, AJ	99-122
		Martínez Martínez, JG	123-152

(continúa en pág. sig.)

TABLA 4. Clústeres de autores identificados mediante el análisis de la intensidad de coautorías de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005), con la indicación de la cohesión y del ranking de productividad de cada uno de los autores (continuación)

Clúster/cohesión	N.º de autores que lo componen/instituciones	Autores	
		Autor	Ranking*
Clúster 7 Cohesión = 0,9	5 Hospital Vall d'Hebron (Barcelona)	Soler Soler, J	4
		Candell Riera, J	5-7
		Castell Conesa, J	31-44
		Aguadé Bruix, S	31-44
		Oller Martínez, G	153-197
Clúster 8 Cohesión = 1	5 Complejo Hospitalario Doctor Negrín (Las Palmas) Hospital Universitario Reina Sofía (Córdoba)	Medina Fernández Aceituno, A	28-30
		Suárez de Lezo, J	56-73
		Pan Álvarez-Ossorio, M	123-152
		Romero Moreno, M	153-197
		Segura, J	153-197

*Los rangos de números indican la existencia de más de un autor con el mismo número de trabajos.

TABLA 5. Principales agentes de la red de coautorías de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Autor	Grado (degree)	Autor	Intermediación × 100 (betweenness × 100)	Autor	Cercanía × 100 (closeness × 100)
	Valor		Valor		Valor
1. Valdés Chávarri, Mariano	92	1. López Sendón, José Luis	4,65	1. Alegría Ezquerro, Eduardo	26,68
2. San Román Calvar, José Alberto	81	2. Alegría Ezquerro, Eduardo	4,19	2. Bardají Ruiz, Alfredo	26,66
3. Bertomeu Martínez, Vicente	79	3. San Román Calvar, José Alberto	4,18	3. Arós Borau, Fernando	26,33
4. Candell Riera, Jaume	79	4. Cruz Fernández, José María	3,61	4. González Juanatey, José Ramón	26,3
5. Marrugat de la Iglesia, Jaume	75	5. Castro Beiras, Alfonso	3,57	5. Placer Peralta, Lluís J	26,24
6. Arós Borau, Fernando	72	6. González Juanatey, José Ramón	3,43	6. San Román Calvar, José Alberto	26,18
7. Castro Beiras, Alfonso	70	7. Cosín Aguilar, Juan	3,15	7. Castro Beiras, Alfonso	25,87
8. Soler Soler, Jordi	70	8. Augé Sanpera, José María	2,81	8. Marín Huerta, Emilio	25,84
9. Alegría Ezquerro, Eduardo	66	9. Arós Borau, Fernando	2,67	9. Alonso Martín, Joaquín	25,82
10. López Sendón, José Luis	65	10. Valdés Chávarri, Mariano	2,58	10. Bosch Genover, Xavier	25,73
11. González Juanatey, José Ramón	64	11. Candell Riera, Jaume	2,56	11. Alonso Gómez, Ángel María	25,65
12. Cabadés O'Callaghan, Adolfo	62	12. Alonso Martín, Joaquín	2,49	12. Palencia Pérez, Miguel A	25,45
13. Bosch Genover, Xavier	61	13. Placer Peralta, Lluís J	2,47	13. Cabadés O'Callaghan, Adolfo	25,29
14. Bardají Ruiz, Alfredo	60	14. Soler Soler, Jordi	2,44	14. Luengo Fernández, Emilio	25,24
15. Climent Payá, Vicente E	58	15. Bardají Ruiz, Alfredo	2,29	15. Candell Riera, Jaume	25,24
16. Marín Ortuño, Francisco	58	16. Bertomeu Martínez, Vicente	2,29	16. López Bescós, Lorenzo	25,21
17. Sogorb Garri, Francisco	56	17. Baño Rodrigo, Antonio	2,22	17. Ferrero, José Antonio	25,2
18. Almendral Garrote, Jesús	54	18. Velasco Rami, José A de	2,2	18. Cosín Aguilar, Juan	25,1
19. López Bescós, Lorenzo	54	19. Alfonso Manterola, Fernando	2,19	19. Crespo, Marisa	25,1
20. Moreno Gómez, Raúl	53	20. Maggioni, Aldo P	2,06	20. Muñiz García, Javier	25,09

firmantes de los trabajos científicos es fundamental de cara a los estudios basados en los análisis de coautorías para evitar los errores motivados por variantes en el nombre y los apellidos de un mismo autor, o a la consideración conjunta de la producción científica de 2 o más autores distintos con los mismos nombres. Se ha tratado de evitar estos errores mediante una cuidadosa supervisión manual de las referencias bibliográficas manejadas según se ha expuesto detalladamente en el apartado Métodos.

3. El estudio de las relaciones entre trabajos científicos. Los análisis basados en las referencias y las citas bibliográficas entre trabajos científicos gozan de una larga tradición en los estudios bibliométricos²⁴. Sin embargo, los análisis de las coautorías con el objeto de construir redes de autores han sido objeto de estudio más recientemente¹² y aún no hay unos criterios uniformes para identificar comunidades o grupos de investigación dentro de las redes previamente construidas, lo que supone una dificultad de cara a la

TABLA 6. Número de colaboraciones institucionales agrupadas por tipo de colaboración y número total de trabajos en colaboración en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Tipos de colaboración	N.º de colaboraciones						Total 2000-2005 (%)
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Colaboración intrainstitucional (tipo 1)	43	37	39	39	41	45	244 (40,87%)
Colaboración interinstitucional							
Misma comunidad autónoma (tipo 2a)	34	42	36	37	42	46	237 (39,7%)
Diferentes comunidades autónomas (tipo 2b)	13	20	13	14	9	23	92 (15,41%)
Colaboración internacional (tipo 3)	3	4	5	6	4	2	24 (4,02%)
Total (%) ^a	93 (15,58%)	103 (17,25%)	93 (15,58%)	96 (16,08%)	96 (16,08%)	116 (19,43%)	597 (100%)
N.º de trabajos en colaboración (%) ^b	77 (43,02%)	83 (46,63%)	73 (43,45%)	74 (49,01%)	77 (52,38%)	89 (56,69%)	473 (100%)

^aHay que tener presente, en lo relativo al número de colaboraciones, que en algunos trabajos no hay colaboración y en otros concurre en un mismo trabajo más de un tipo de colaboración. Para el cálculo de los porcentajes no se han tenido en cuenta los 31 trabajos en colaboración no firmados por instituciones españolas.

^bSe han tenido en cuenta para el cálculo los 473 trabajos firmados por al menos una institución española. Los porcentajes están calculados respecto al número total de trabajos/año, recogidos en la tabla 1.

interpretación de los resultados obtenidos, especialmente en lo relativo a la comparación con estudios previos realizados mediante la aplicación de otras metodologías^{18,19}.

Con independencia del país o la disciplina objeto de estudio, uno de los principales fenómenos que se pueden advertir en los estudios diacrónicos sobre la colaboración científica es la tendencia al crecimiento de la cooperación entre los investigadores, medida a través del IFT²⁵. En el área de la biomedicina, un reciente estudio del número de autores firmantes por trabajo ha puesto de manifiesto que la media de autores firmantes se ha incrementado desde 4,5 en 1980 hasta 6,9 en el año 2000²⁶. En las revistas médicas españolas, el IFT ha pasado de un 3,47 a principios de la década de los ochenta a un 4,59 a principios de la década de los noventa²⁷. Considerando el área cardiovascular, en el período 1990-1993 el IFT de la producción científica española incluida en Science Citation Index se situó en 5,78¹⁹, tendencia de crecimiento que se ha mantenido hasta la actualidad, situándose en el presente estudio el IFT en 6,23. No obstante, debe tenerse en cuenta al respecto que en algunos tipos de artículos hay una limitación en el número de autores firmantes permitidos, por lo que el IFT tiende a ser más bajo.

La tendencia al incremento del número de autores firmantes por trabajo puede responder a diferentes causas, entre las que hay que destacar la complejidad e interdisciplinariedad de la práctica médica actual^{28,29} y, como consecuencia, la necesidad de colaborar con equipos externos³⁰. El IFT obtenido es superior al encontrado en otras revistas, como *Revista Española de Anestesiología y Reanimación* (IFT = 3,1)³¹, *Atención Primaria* (IFT = 3,77)³², *Farmacia Clínica* (IFT = 3,86)³³, y en áreas como las drogode-

pendencias (IFT = 4,1)³⁴ y el sida (IFT = 4,72)³⁵. Sin embargo, es muy similar al de *Actas Urológicas Españolas* (IFT = 6,1)³⁶. En relación con el número de firmas, hay que llamar la atención acerca del fenómeno de los abusos en las firmas de los trabajos científicos, que se plasma en hiperautorías que no responden a una contribución real de los firmantes en los trabajos sino a razones de índole diversa, entre las que destacan las relacionadas con el aumento del prestigio científico y la obtención de fuentes de financiación³⁷⁻³⁹. Para evitar los abusos en las coautorías de las publicaciones científicas han surgido diversos planteamientos e iniciativas, entre las que cabe destacar las recomendaciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas sobre quiénes deben ser los firmantes de los trabajos⁴⁰, propuesta que ha sido criticada por su excesiva rigidez e imposibilidad real de cumplimiento⁴¹ en favor de otras en las que se propone describir de forma precisa la contribución de los firmantes en los trabajos⁴² o designar a un responsable de la publicación⁴³. Escapa a los objetivos de este trabajo identificar la influencia que han podido tener estos factores en el IFT de REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA.

Paralelamente al incremento del IFT en los trabajos científicos, se constata un aumento de la productividad de los autores. Así, el 32,2% de los autores responsables de la producción científica española del área cardiovascular incluidos en el SCI en el período 1990-1993 publicó más de un trabajo¹⁹, índice que se sitúa en un 35,76% en este estudio.

La identificación de los autores más productivos y de los clústeres de autores de mayor intensidad de colaboración puede servir para la toma de decisiones, tanto a los Organismos Públicos de Investigación (OPI) como a los coordinadores de las redes a la hora de disponer

TABLA 7. Instituciones más productivas y patrones de colaboración interinstitucional de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Institución	N.º de trabajos	N.º de trabajos en colaboración (%)	N.º de firmas	N.º de instituciones distintas con las que ha colaborado	N.º de relaciones de colaboración	Valor de la colaboración más intensa/Institución*
1. CU La Paz (Madrid)	50	11 (22%)	88	31	38	3/HU Puerta de Hierro (Madrid)
2. HGU Gregorio Marañón (Madrid)	45	23 (51,11%)	99	32	54	7/H Clínica i Provincial de Barcelona
3. Hospitals Vall d'Hebron (Barcelona)	40	13 (32,5%)	59	18	19	2/HU de Bellvitge (Barcelona)
4. HU Virgen de la Arrixaca (Murcia)	40	13 (32,5%)	74	30	34	2/HGU Gregorio Marañón (Madrid)
5. CU de San Carlos (Madrid)	39	16 (41,02%)	75	19	36	6/H Clínico Universitario de Valladolid
6. H Clínica i Provincial de Barcelona	34	28 (82,35%)	116	33	82	13/Univ de Barcelona
7. H Ramón y Cajal (Madrid)	33	17 (51,51%)	63	17	30	11/Univ de Alcalá (Madrid)
8. Fundación de Gestión Sanitaria de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)	30	13 (43,33%)	73	37	43	2/CU La Paz (Madrid)
9. Consorcio HGU de Valencia	29	13 (44,83%)	64	21	35	6/Exploraciones Radiológicas Especiales/ERESA (Valencia)
10. HU Reina Sofía (Córdoba)	28	10 (35,71%)	47	10	19	5/CH Doctor Negrín (Las Palmas)
11. H 12 de Octubre (Madrid)	27	11 (40,74%)	44	16	17	2/CU de San Carlos (Madrid)
12. H Clínico Universitario (Valencia)	26	21 (80,77%)	68	24	42	12/Univ de Valencia
13. HGU de Alicante	25	16 (64%)	62	16	37	9/HGU de Eliche (Alicante)
14. HU Marqués de Valdecilla (Cantabria)	23	9 (39,13%)	60	21	37	3/Univ de Cantabria
15. CH Virgen de la Victoria (Málaga)	22	9 (40,91%)	45	22	23	2/CHU Juan Canalejo (A Coruña)
16. CHU Juan Canalejo (A Coruña)	21	15 (71,43%)	68	29	47	5/Univ de A Coruña
17. HU La Fe (Valencia)	21	13 (61,9%)	109	52	88	4/Consorcio HGU de Valencia
18. HU Puerta de Hierro (Madrid)	21	11 (52,38%)	47	22	26	3/CU La Paz (Madrid)
19. Univ de Barcelona	21	20 (95,24%)	50	14	29	13/H Clínica i Provincial de Barcelona
20. CH Virgen del Rocío (Sevilla)	19	7 (36,84%)	39	18	20	2/CH Virgen de las Nieves (Granada)
21. H Clínico Universitario de Valladolid	19	13 (68,42%)	52	21	33	6/CU de San Carlos (Madrid)
22. CA de Salamanca	18	8 (44,44%)	63	31	45	4/Fundación Hospital Alcorcón
23. Univ de Valencia	17	17 (100%)	50	17	33	12/H Clínico Universitario (Valencia)
24. CU de Vigo (Pontevedra)	16	6 (23,08%)	25	8	9	2/CH de Pontevedra
25. Clínica Universitaria de Navarra	15	13 (86,67%)	46	26	33	7/Univ de Navarra
26. Institut Municipal d'Investigació Mèdica/IMIM (Barcelona)	15	15 (100%)	73	36	58	6/Univ Autónoma de Barcelona
27. Fundación Jiménez Díaz (Madrid)	14	6 (42,86%)	30	15	16	2/Univ Autónoma de Madrid
28. CH Doctor Negrín (Las Palmas)	13	8 (61,54%)	27	8	14	5/HU Reina Sofía (Córdoba)
29. CHU de Santiago (A Coruña)	13	6 (46,15%)	30	22	24	2/CU La Paz (Madrid)
30. HU de Bellvitge (Barcelona)	13	10 (76,92%)	41	21	31	3/H Clínica i Provincial de Barcelona
31. Pontificia Univ Católica de Chile	12	3 (25%)	9	5	6	2/H Clínico de Santiago de Chile
32. Univ de Alcalá (Madrid)	12	12 (100%)	30	6	18	11/H Ramón y Cajal (Madrid)
33. CA Son Dureta (Palma de Mallorca)	11	10 (90,91%)	47	27	36	3/HGU Gregorio Marañón
34. CH Virgen de las Nieves (Granada)	11	6 (54,54%)	31	17	20	2/HU Marqués de Valdecilla (Cantabria)
35. CHU de Badajoz (Badajoz)	11	3 (27,27%)	26	13	15	2/HU Marqués de Valdecilla (Cantabria)
36. Exploraciones Radiológicas Especiales/ERESA (Valencia)	11	11 (100%)	25	6	14	6/Consorcio HGU de Valencia
37. H de Cruces (Vizcaya)	11	2 (18,18%)	8	6	6	1/H Clínica i Provincial de Barcelona
38. HGU de Eliche (Alicante)	11	10 (90,91%)	31	9	21	9/HGU de Alicante
39. HU Germans Trias i Pujol (Barcelona)	11	5 (45,45%)	30	13	19	3/H Clínica i Provincial de Barcelona
40. HU Sant Joan d'Alacant	11	8 (72,73%)	42	19	31	5/HGU de Alicante
41. Fundación Hospital Alcorcón (Madrid)	10	7 (70%)	28	28	41	4/H Clínica i Provincial de Barcelona
42. HU Doctor Peset (Valencia)	10	6 (60%)	26	13	20	3/Univ de Valencia

CA: complejo asistencial; CH: complejo hospitalario; CHU: complejo hospitalario universitario; CU: complejo hospitalario; H: hospital; HGU: hospital general universitario; HU: hospital universitario; Univ: universidad.

*Institución con la que se ha mantenido un mayor número de colaboraciones (cuando concurren más de una se recoge la más productiva).

TABLA 8. Principales agentes de la red de colaboración interinstitucional de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA (2000-2005)

Grado (degree)		Intermediación × 100 (betweenness × 100)		Cercanía × 100 (closeness × 100)	
Institución	Valor	Institución	Valor	Institución	Valor
1. HU La Fe (Valencia)	52	1. HU La Fe (Valencia)	7,55	1. HU La Fe (Valencia)	32,41
2. H de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)	37	2. H de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)	5,95	2. H de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)	32,35
3. Institut Municipal d'Investigació Mèdica (Barcelona)	36	3. HU Virgen de la Arrixaca (Murcia)	4,45	3. CA de Salamanca	31,07
4. H Clínic i Provincial de Barcelona	33	4. HGU Gregorio Marañón (Madrid)	3,67	4. H Clínic i Provincial de Barcelona	30,81
5. HGU Gregorio Marañón (Madrid)	32	5. CU La Paz (Madrid)	3,56	5. HGU Gregorio Marañón (Madrid)	30,76
6. CA de Salamanca	31	6. Univ Autónoma de Madrid	3,55	6. Clínica Universitaria de Navarra	30,14
7. CU La Paz (Madrid)	31	7. CA Son Dureta (Palma de Mallorca)	3,21	7. Fundación Hospital Alcorcón (Madrid)	30,09
8. HU Virgen de la Arrixaca (Murcia)	30	8. HCU de Valladolid	2,90	8. CU La Paz (Madrid)	29,94
9. CHU Juan Canalejo (A Coruña)	29	9. Institut Municipal d'Investigació Mèdica (Barcelona)	2,82	9. CA Son Dureta (Palma de Mallorca)	29,12
10. Fundación Hospital Alcorcón (Madrid)	28	10. H Clínic i Provincial de Barcelona	2,68	10. CHU Juan Canalejo (A Coruña)	28,75
11. CA Son Dureta (Palma de Mallorca)	27	11. CHU Juan Canalejo (A Coruña)	2,65	11. HU Virgen de la Arrixaca (Murcia)	28,62
12. HU de Girona Doctor Josep Trueta	27	12. Clínica Universitaria de Navarra	2,56	12. HU de Bellvitge (Barcelona)	28,53
13. Clínica Universitaria de Navarra	26	13. CH Virgen de la Victoria (Málaga)	2,54	13. CU de San Carlos (Madrid)	28,48
14. Univ Autònoma de Barcelona	26	14. HCU de Valencia	2,51	14. CH Carlos Haya (Málaga)	28,21
15. HCU de Valencia	24	15. CH Virgen del Rocío (Sevilla)	2,29	15. Institut Municipal d'Investigació Mèdica (Barcelona)	28,21
16. CH Virgen de la Victoria (Málaga)	22	16. HU Marqués de Valdecilla (Cantabria)	2,15	16. CH Virgen de la Victoria (Málaga)	28,13
17. CHU de Albacete	22	17. CA de Salamanca	2,1	17. CHU de Santiago (A Coruña)	28,13
18. CHU de Santiago (A Coruña)	22	18. HU de Bellvitge (Barcelona)	2,08	18. HCU de Valencia	28,04
19. HU Puerta de Hierro (Madrid)	22	19. HU Puerta de Hierro (Madrid)	2,01	19. Hospital Txagorritxu (Álava)	27,91
20. Consorcio HGU de Valencia	21	20. CU de San Carlos (Madrid)	1,93	20. Fundación Jiménez Díaz (Madrid)	27,82

CA: complejo asistencial; CH: complejo hospitalario; CHU: complejo hospitalario universitario; CU: complejo universitario; H: hospital; HCU: hospital clínico universitario; HGU: hospital general universitario; HU: hospital universitario; Univ: universidad.

de información fiable sobre los grupos de investigación consolidados y sus miembros. En este sentido, se han detectado 10 clústeres en los que alguna institución que lo compone está incluida en las RETIC. Asimismo, 2 de los coordinadores de estas redes (Soler Soler y Marrugat de la Iglesia) están entre los autores más productivos, mientras que el tercero (Bayés de Luna) no ha sido identificado en el estudio realizado porque, con la excepción de alguna contribución puntual, ha publicado la mayor parte de sus trabajos en revistas extranjeras. La existencia de numerosos clústeres indica que, a pesar de las políticas de promoción de la investigación interinstitucional y multidisciplinaria, todavía persisten numerosos grupos de investigación sin cohesión entre sí y con un reducido número de miembros, con una media de 4,48 autores para los 25 clústeres formados con un umbral de colaboración de 6 o más trabajos. Por otra parte, si se considera un umbral de 4 o más trabajos en coautoría, el número de clústeres ascendería a 46, integrados por 278 autores con una media de 6,04 autores por clúster, y el clúster de mayor tamaño sería de 41 autores. Para un umbral de 3 o más trabajos en

coautoría, el número de clústeres se sitúa en 58, con una media de 8,36 autores por clúster, y estarían vinculados entre sí de forma directa o a través de intermediarios 187 autores. En lo relativo a las instituciones, si se aumenta el umbral, sólo un número muy reducido de ellas aparece vinculada por relaciones estables de colaboración. Así, para un umbral de 3 o más trabajos en colaboración, el núcleo principal está formado por 34 instituciones, con 7 subgrupos integrados por 18 instituciones aisladas del núcleo principal, mientras que para un umbral de 4 o más trabajos en colaboración el núcleo principal está formado únicamente por 10 instituciones, con 6 subgrupos integrados por 20 instituciones aisladas del núcleo principal. Junto con el reducido número de instituciones que mantienen relaciones estables y consolidadas de colaboración interinstitucional, otro de los aspectos más significativos es el marcado carácter intrainstitucional e intraautonómico de las relaciones de cooperación, ya que entre ambas suman el 80,57% de las colaboraciones.

Las medidas de centralidad permiten identificar a los autores y las instituciones que ocupan un puesto

destacado en las redes de coautorías y de colaboración institucional, sobre la base de indicadores como el número de autores y de instituciones distintas con los que han colaborado, lo que implica una mayor capacidad de acceso e intercambio de información.

Considerando para la formación de las redes únicamente los trabajos de la sección «Artículos originales», se identifican los mismos clústeres de autores y una red de colaboraciones institucionales similar, de lo que se deduce que esta sección constituye el núcleo de la revista donde publican las investigaciones que han realizado los colaboradores habituales de la revista.

CONCLUSIONES

Las conclusiones más relevantes del estudio realizado son:

1. Un 95,1% de los trabajos publicados en REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA ha sido realizado en colaboración por 2 o más autores, con índices de firmas/trabajo y de autores/trabajo similares o por encima de otras revistas y disciplinas de la biomedicina.

2. Se han identificado diversos clústeres de autores que conforman grupos consolidados que pueden considerarse el frente de investigación de la cardiología publicada en español.

3. Pese al elevado número de trabajos en coautoría (95,1%) y a las políticas de promoción de la investigación interinstitucional y multidisciplinaria, todavía persisten numerosos grupos de investigación aislados y con un reducido número de miembros.

4. A pesar de que el 51,43% de los trabajos se realizó en colaboración institucional, ésta tiene un acentuado carácter intrainstitucional e intraautonómico, aunque en el año 2005 se ha percibido un sensible aumento en el número de colaboraciones interautonómicas.

Además de los aspectos abordados en el presente trabajo, podría profundizarse en el mismo caracterizando mediante indicadores bibliométricos de productividad, repercusión e impacto la actividad científica de los grupos identificados^{14,18}. Dado el carácter dinámico de la ciencia y de los grupos de investigación, también sería interesante obtener una evolución temporal de estos grupos y ampliar el análisis de la actividad cardiovascular española a otras revistas, tanto nacionales como internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Gómez I, Fernández MT, Bordons M, Morillo F. La producción científica española en Medicina en los años 1994-1999. *Rev Clin Esp*. 2004;204:75-88.
- Camí J, Suñén-Piñol E, Méndez-Vásquez R. Mapa bibliométrico de España 1994-2002: biomedicina y ciencias de la salud. *Med Clin (Barc)*. 2005;124:93-101.

- The Institute for Scientific Information. *Journal Citation Reports* [accedido 16 Jun 2006]. Disponible en: <http://portal.isiknowledge.com/>
- Aleixandre R, Valderrama JC, editores. Factor de impacto potencial de las revistas médicas españolas [accedido 2 Dic 2005]. Disponible en: ime.uv.es/imecitas/impacto_ime.asp.
- Klein JT. Interdisciplinary needs: the current context. *Libr Trends*. 1996;45:134-54.
- Bordons M, Zulueta MA. La interdisciplinariedad en los grupos españoles de investigación en el área cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 2002;55:900-12.
- Miguel-Dasit A, Martí-Bonmati L, Aleixandre R, Sanfeliu P, Valderrama JC. Producción española sobre diagnóstico por la imagen en cardiología y radiología (1994-1998). *Rev Esp Cardiol*. 2004;57:806-14.
- Boletín Oficial del Estado. ORDEN de 7 de noviembre, por la que se establecen las bases y se hace pública la convocatoria de concesión de ayudas para la realización de proyectos de investigación en el marco de algunos Programas Nacionales del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007. BOE n.º 270, de 11 de noviembre de 2003, p. 39844-88.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto de Salud Carlos III. Redes Temáticas de Investigación Cooperativa Sanitaria [accedido 30 Nov 2005]. Disponible en: www.retics.net.
- Boletín Oficial del Estado. Orden de 22 de marzo, por la que se convoca la concesión de ayudas para el desarrollo de Redes Temáticas de Investigación Cooperativa. BOE n.º 80, de 3 de abril de 2002, p. 12742-6.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto de Salud Carlos III. Subdirección General de Redes y Centros de Investigación cooperativa. Centro de investigación biomédica en red Ciber [accedido 30 Nov 2005]. Disponible en: www.isciii.es/htdocs/redes/ciber.jsp.
- Newman MEJ. Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004;101:5200-5.
- Barabás AL, Jeong H, Néda Z, Ravasz E, Duchbert A, Vicsek T. Evolution of the social network of scientific collaborations. *arXiv:condmat/0104152* 10 abril 2001 (última revisión 16/9/2005) [accedido 30 Nov 2005]. Disponible en: arxiv.org/PS_cache/condmat/pdf/0104/0104162.pdf.
- Van Raan AFJ. Evaluación de la excelencia científica de programas de investigación: un punto primordial en la toma de decisiones. *The IPTS Report 1999*; 40 [accedido 24 Nov 2005]. Disponible en: www.jrc.es/home/report/spanish/articles/vol40/RTD5S406.htm.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Centros y Servicios del Sistema Nacional de Salud [accedido 8 Feb 2006]. Disponible en: <http://www.msc.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/home.htm>.
- Ministerio de Educación y Ciencia. Registro Nacional de Universidades, Centros y Enseñanzas [accedido 8 Feb 2006]. Disponible en: <http://www.mec.es/educa/jsp/plantilla.jsp?area=ccuniv&id=802>.
- Álvarez C, Serna M, Díaz J. Modelos de grafos para la web. En: Martínón A, editor. *Las matemáticas del siglo xx: una mirada en 101 artículos*. Madrid: Nívola; 2000. p. 477-80.
- Camí J, Suñén E, Méndez-Vásquez R. Caracterización bibliométrica de grupos de investigación biomédica en España [accedido 23 Nov 2005]. Disponible en: www.isciii.es/paginas/fis/mapa/index.htm.
- Zulueta MA, Cabrero A, Bordons M. Identificación y estudio de grupos de investigación a través de indicadores bibliométricos. *Rev Esp Doc Cient*. 1999;22:333-47.
- Sanz Menéndez L. Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes. *Apuntes de Ciencia y Tecnología*. 2003;7:21-9.
- Universidad Complutense de Madrid. TextToPajek [accedido 20 Sept 2005]. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/pecar/Software.htm#textopajek>.
- PAJEK: Program for large network analysis [accedido 20 Sept 2005]. Disponible en: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>.

23. Aleixandre R, Valderrama JC, Castellano M, Miguel-Dasit A, Simó R, Navarro C. Factor de impacto nacional e internacional de Revista Española de Cardiología. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57:1241-4.
24. Price DJS. Networks of scientific papers. *Science*. 1965;149:510-5.
25. Bordons M, Gómez I. Collaboration networks in science. En: Cronin B, Atkins HB, editors. *The web of Knowledge: a festschrift in honor of Eugene Garfield*. Medford: Information Today; 2000. p. 197-213.
26. Weeks WB, Wallace AE, Kimberly BCS. Changes in authorship patterns in prestigious US medical journals. *Soc Sci Med*. 2004;59:1949-54.
27. Agulló A, Aleixandre R. Evolución del índice de colaboración de los artículos médicos españoles en la presente centuria. *Pap Med*. 1999;8:16-20.
28. Bhopal R, Rankin J, McColl E, Thomas L, Kaner E, Stacy R, et al. The vexing question of authorship: views of researchers in a british medical faculty. *BMJ*. 1997;314:1009-12.
29. Scott T. Changing authorship system may be counterproductive. *BMJ*. 1997;315:744.
30. Cunningham SJ, Dillon SM. Authorship patterns in information systems. *Scientometrics*. 1997;39:19-27.
31. Guardiola E, Baños JE. Difusión internacional de la investigación española en algología. Análisis del período 1981-1990. *Rev Esp Anestesiol Reanim*. 1993;40:191-5.
32. Aleixandre R, Porcel A, Agulló A, Marset S, Abad F. Diez años de la revista *Atención Primaria* (1984-1993). Análisis bibliométrico y temático. *Aten Primaria*. 1996;17:225-30.
33. López-Briz E, Martí-Bonmatí E, Cervera P, Barreda A, Guevara J, Blasco I. La farmacia hospitalaria en España vista a través de tres revistas de la especialidad. *Farm Clin*. 1990;7:560-70.
34. Valderrama JC. Estudio bibliométrico de las publicaciones españolas sobre Drogodependencias en Medicina (1989-1994). Valencia: Universitat de València; 2000.
35. Guerra L, Parras F, Jaén P, Aleixandre R, Valderrama JC. Investigación española sobre VIH/SIDA. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; 1996.
36. Fariña LA. El número de autores en *Actas Urológicas Españolas*. *Actas Urol Esp*. 1996;20:194-8.
37. Fenning TM. Fraud offers big rewards for relatively little risk. *Nature*. 2004;427:393.
38. Relman AS. Responsibilities of authorship: where does the buck stop? *N Engl J Med*. 1984;310:1048-9.
39. Rennie D. Guarding the guardians: a conference on editorial peer review. *JAMA*. 1986;256:2391-2.
40. Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Requisitos de uniformidad para los manuscritos enviados a revistas biomédicas: escritura y proceso editorial para la publicación de trabajos biomédicos. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57:538-56.
41. Smith R. Should the criteria for authorship of scientific papers be changed? Yes: It is time to abandon authorship. *CBE Views*. 1997;10:133-4.
42. Horton R. The signature of responsibility. *Lancet*. 1997;350:5-6.
43. Smith R. Authorship is dying: long live contributorship. *BMJ*. 1997;315:696.