

Apartats principals d'un article científic

Vicente Alfaro

Recerca biomèdica, mètode científic i article científic

«La intel·ligència consisteix no només en el coneixement, sinó també en l'habilitat d'aplicar els coneixements a la pràctica» – Aristòtil

Pràcticament des dels inicis de la humanitat s'han anat provant diferents mètodes en recerca. Un dels mètodes més antics, el van consolidar els filòsofs de la Grècia clàssica i va consistir a facilitar arguments sobre el perquè de les coses (1). Aquest mètode, el van seguir durant força segles amb petites modificacions ja que fins a principis del segle XX els arguments que facilitava una persona eminent dins de l'àmbit científic encara podien servir per establir o rebutjar una teràpia determinada. No obstant això, la manca de fiabilitat d'aquest mètode es va demostrar en nombroses ocasions ja que un argument no pot per si mateix determinar si un supòsit científic és o no correcte. D'aquesta manera, al llarg del segle XX es va establir la necessitat d'obtenir proves o evidències de tipus científic per establir canvis i avanços en ciència o medicina (2).

Actualment sabem que el mètode més adequat per realitzar una recerca biomèdica consisteix a realitzar experiments i observacions sistemàtiques, detallades i acurades. Els resultats obtinguts amb aquest mètode posseeixen un caràcter universal ja que els pot reproduir qualsevol persona, tant si inicialment és escèptica a la hipòtesi com si no. A partir d'aquesta idea es va desenvolupar el mètode científic (3-6) i la recerca biomèdica segueix avui dia les regles bàsiques que estableix aquest mètode (7-9). D'aquesta

manera, una recerca biomèdica consta habitualment de sis etapes principals:

- 1) Comprensió de la qüestió que és objecte de la recerca.
- 2) Establiment d'una hipòtesi i d'un procediment de raonament i de presa de decisió de tipus deductiu.
- 3) Recol·lecció de les dades en un experiment.
- 4) Anàlisi detallada d'aquestes dades.
- 5) Interpretació de les troballes obtingudes durant els procediments experimentals.
- 6) Extracció de conclusions.

La publicació d'una recerca biomèdica en una revista científica facilita poder arribar a les últimes etapes del procediment experimental que defineix el mètode científic, ja que de manera prèvia a la redacció de l'article científic hem d'analitzar les dades amb cura, a més d'interpretar les troballes i oferir-ne conclusions (10). La recerca biomèdica que segueix el mètode científic permet que altres investigadors reproduïxin l'experiment sempre que els detalls d'aquest treball de recerca es comuniquin amb detall. Una manera pràctica de presentar l'experiment realitzat de manera molt detallada és publicar-lo com a article científic. Les dades d'una recerca es converteixen en públiques en format d'article editat en una revista científica de manera que altres investigadors poden llegir aquests resultats.

Tal com els mètodes usats en recerca, l'article científic també ha mostrat una evolució en l'estructura des dels orígens l'any 1665, en què es va

editar a París el *Journal des Sçavans*, la primera revista científica. Durant els dos primers segles d'existència (segles XVII i XVIII) el format i l'estil de l'article científic no va mostrar un patró definit, de manera que el format de carta científica i el d'informe experimental van coexistir en aquest tipus de revistes. La carta científica, signada habitualment per un sol autor, estava escrita amb un estil educat i correcte, i es dirigia a diversos lectors al mateix temps (11). D'altra banda, l'informe experimental mostrava un format purament descriptiu en el qual els fets es presentaven generalment en ordre cronològic. L'informe experimental, antecessor de l'actual article científic amb dades originals de recerca, va evolucionar cap a una forma més estructurada en la qual mètodes i resultats es descrivien i s'interpretaven per separat, mentre que el format de carta es va anar reduint progressivament. La descripció del mètode de recerca va anar augmentant progressivament en els articles científics al llarg de la segona meitat del segle XX fins que va aparèixer una organització general que podríem anomenar "teoria, experiment, discussió" (12). És a principis del segle XX que les normes de format es van començar a estandarditzar i que es va produir un descens en l'ús de l'estil literari a l'hora de redactar articles científics, alhora que apareixen comitès i normes d'ús internacional.

Estructura d'un article científic amb dades de recerca originals

«Un article científic s'ha d'escriure d'una manera determinada i s'ha de publicar d'una manera determinada tal com ho defineixen tres segles de tradició i desenvolupament, pràctica editorial, ètica científica i interacció entre procediments d'impremta i publicació» – Robert A. Day

Cada revista científica té la seva manera particular de gestionar els manuscrits presentats per a publicació i aquestes normes s'indiquen en una secció anomenada "Instruccions per als autors". Prèviament a l'ús generalitzat d'Internet, aquestes instruccions apareixien en la versió impresa de la revista, habitualment al número de desembre de cada any. Ara podem accedir de manera habitual

i ràpida a l'última versió d'aquestes instruccions gràcies a la publicació a la pàgina *web* de cada revista. Existeixen també algunes pàgines *web* que ofereixen enllaços directes amb les instruccions per a autors de nombroses revistes de l'àrea biomèdica i que ens poden facilitar la cerca (13).

Malgrat les diferències entre revistes pel que fa al format, per exemple, de les referències bibliogràfiques o del resum, l'estructura bàsica principal dels articles científics presentats a revistes científiques, la va definir l'any 1978 l'anomenat Grup de Vancouver, un grup petit de directors de revistes mèdiques generals que es va reunir inicialment de manera informal a Vancouver (Colúmbia Britànica, Canadà) (vegeu també pàgs.25 i 69). El Grup de Vancouver es va expandir ràpidament i va evolucionar en l'*International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE; www.icmje.org). Aquest comitè es reuneix amb una periodicitat anual (14). L'ICMJE va ampliar posteriorment l'àmbit d'acció per incloure també els principis ètics o els aspectes estadístics relacionats amb la publicació en revistes biomèdiques (15).

L'ICME estableix en els seus requisits d'uniformitat de manuscrits presentats a revistes biomèdiques una estructura bàsica (Taula 1) que inclou:

- Una pàgina amb el títol de l'article.
- Un resum.
- Diferents seccions anomenades Introducció, Mètodes (o Material i mètodes o Pacients i mètodes, segons la revista), Resultats i Discussió (que inclouen les conclusions de l'estudi).
- Una secció breu que estableix els agraïments.
- Les referències bibliogràfiques que s'esmenten a l'article.
- Finalment, les taules i figures.

D'allò comentat anteriorment es dedueix que l'ICME, i per extensió la pràctica totalitat de les revistes biomèdiques, estableixen quatre seccions principals en l'estructura d'un article científic que comuniqui dades originals obtingudes en una recerca científica: Introducció, Mètodes, Resultats i Discussió (16). Això es coneix habitu-

Taula 1. Requisits d'uniformitat de manuscrits presentats a revistes biomèdiques: parts bàsiques d'un article científic amb dades de recerca originals.

- Títol i autors
- Resum
- Paraules clau
- Introducció
- Mètodes
- Resultats
- Discussió
- Agraïments
- Referències bibliogràfiques
- Taules
- Figures

alment com l'estructura o mètode IMRAD (que correspon a l'acrònim d'*Introduction, Methods, Results, and Discussion*) (11, 17-22).

L'estructura IMRAD no respon a un format de publicació arbitrari sinó que és un reflex directe del procés de descobriment científic determinat, al seu torn, pel mètode científic (23, 24). D'aquesta manera la informació referent a les diferents etapes de la recerca definides pel mètode científic es pot localitzar fàcilment a les seccions principals de l'article o seccions IMRAD (Fig. 1). Això no obstant, si l'extensió d'alguna de les seccions IMRAD queda massa llarga s'aconseja l'ús d'encapçalaments addicionals. Per exemple, en la secció de resultats es poden indicar encapçalaments addicionals com ara animals en estudi, selecció de pacients, tractaments, tècniques, mètodes analítics o anàlisi estadística...

L'estructura IMRAD facilita una lectura modular en la qual els lectors no cal que efectuin un seguiment lineal dels resultats sinó que poden navegar per les diferents seccions de l'article buscant una informació específica. Aquesta lectura transversal es pot guiar gràcies a l'existència d'àrees o títols preestablerts en el manuscrit (25).

El nombre d'articles publicats seguint l'estructura IMRAD ha anat augmentat amb els anys d'acord amb la seva utilitat. Per exemple, l'any 1935 les principals revistes biomèdiques gairebé no recollien cap article que hagués seguit aquesta estructura en la redacció o publicació. Pràcticament fins el 1945 els articles científics es van organitzar de manera similar al capítol d'un llibre, amb encapçalaments personalitzats per a cada tema específic i sense seguir l'estructura estàndard que propugna el mètode IMRAD. L'any 1950 la proporció d'articles que van utilitzar el mètode IMRAD encara només era del 10%, però va ésser a partir de la dècada dels anys 70 que en va augmentar progressivament la taxa fins a superar el 80% de tots els articles publicats (Fig. 2).

Objectius de cadascun dels apartats principals d'un article científic

«La dificultat no és escriure sinó escriure el que vols dir; no és despertar l'interès del lector sinó despertar-li l'interès precisament en allò que tu vols» – Robert Louis Stevenson

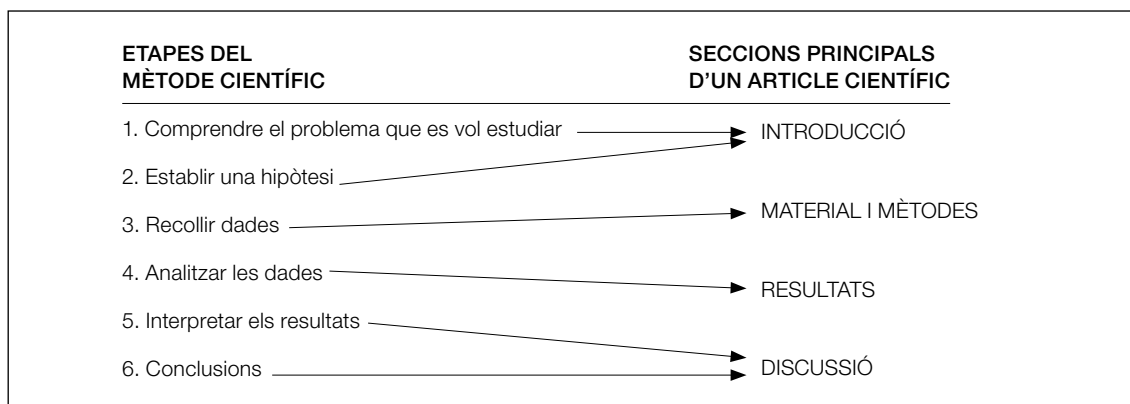


Figura 1. Ubicació de les activitats realitzades en les etapes descrites pel mètode científic per a una recerca en les diferents seccions principals d'un article científic.

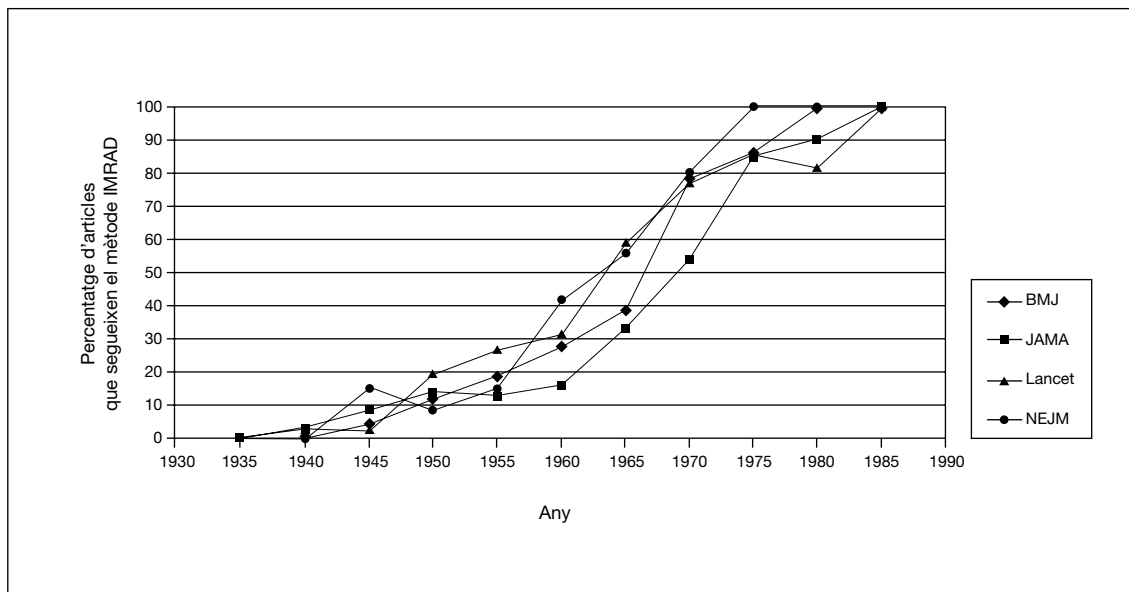


Figura 2. Proporció d'articles estructurats segons el mètode IMRAD en articles publicats al *British Medical Journal*, *JAMA*, *The Lancet*, i el *New England Journal of Medicine* entre 1935-1985. (Extret de la ref. 11.)

El mètode científic implica desenvolupar una hipòtesi, provar-la i decidir si les troballes donen suport a la hipòtesi o no. Tal com s'ha descrit anteriorment, el format bàsic de l'article científic és un mirall de les fases definides pel mètode científic, però l'article científic afegeix certs detalls que milloren el procés de comunicació. A la Taula 2 es mostra com cada apartat d'un article científic concorda amb el mètode científic però afegeix també informació addicional molt interessant per al lector.

És recomanable que abans de començar a escriure sapiguem les idees principals i l'estructura amb què es desenvoluparà el manuscrit. Per tant, caldran unes quantes sessions prèvies de reflexió i posada en comú amb l'equip que ha realitzat la recerca en cadascuna de les fases (26). La identificació del tema que es vol desenvolupar en el manuscrit és un requisit essencial. Malgrat que l'article pot introduir altres aspectes, ha de tenir sempre una idea o tema central que sigui com més atractiu millor per captar l'atenció del lector. En cas contrari, tant els directors com els revisors durant el procés editorial o fins i tot els lectors poden perdre l'interès per llegir els resultats de la nostra recerca. Cal desenvolupar la idea central en diferents etapes però mantenint

sempre un fil conductor i una història global. El manuscrit ha d'establir un flux continu de comunicació amb el lector sobre com es va realitzar el treball, quins van ésser els motius principals i com es van resoldre els problemes tècnics o de disseny (27). Tanmateix, hem de tenir en compte que en un article científic el nombre màxim de paraules permès és de 3500 de mitjana. Per tant, hem d'ajustar les nostres idees a una mida de text adequada, ni molt curta ni molt llarga.

A continuació es detalla la informació bàsica que cal descriure en cadascun dels quatre apartats principals d'un article científic: introducció, mètodes, resultats i discussió.

Introducció

«L'última cosa que sabem en construir una obra és què hi hem de posar primer» – Blaise Pascal

La introducció d'un article científic serveix perquè els lectors entenguin el context en què s'ha originat i desenvolupat la recerca. Per tant, la introducció ha de contenir quatre elements bàsics: l'objectiu o propòsit de la recerca, la hipòtesi plantejada, la literatura científica rellevant en

Taula 2. Informació addicional que ofereixen els diferents apartats d'un article científic a banda de la informació bàsica definida en cada fase del mètode científic.

Apartat	Fase del mètode científic	Preguntes plantejades	Informació addicional a l'article
Introducció	Estableix la hipòtesi	Per què escrivim i per què ara? Per a qui escrivim? Quin problema avaluem? Quins antecedents hi ha? Quina hipòtesi vam plantejar abans d'investigar?	Explica com s'ha derivat la hipòtesi i com està connectada amb la recerca prèvia, facilita el propòsit de l'experiment o estudi
Mètodes	Detalla com s'ha comprovat la hipòtesi	Com es va fer l'estudi? Quins materials es van usar i en quina espècie o població?	Clarifica per què s'ha realitzat l'estudi d'una manera determinada
Resultats	Facilita les dades obtingudes sense interpretar-les	Què hi trobem? Quantes dades hi podem incloure? Què és millor descriure amb text i què, amb taules o figures?	Expressa les dades en format de taules o figures de lectura ràpida i fàcil o com a percentatges, proporcions, etc.
Discussió	Considera si les dades obtingudes donen suport a la hipòtesi plantejada	Quins punts forts i quins punts febles té l'estudi? De quina manera concorden (o no) les dades amb estudis publicats prèviament? On ens trobem? Hem contestat la hipòtesi a l'estudi? Hem de continuar la recerca o hem de modificar-la o fins i tot abandonar-la?	Explora les aplicacions de les troballes i jutja les limitacions potencials del disseny experimental

el tema investigat i les raons per les quals creiem que aquesta hipòtesi pot ésser viable.

La introducció ha de definir clarament la hipòtesi o idea principal que va motivar la recerca. Per fer-ho, cal establir, d'una banda, el propòsit específic o objectiu de la recerca i, de l'altra, la hipòtesi que planteja l'estudi. La inclusió d'ambdós conceptes sovint confon els autors. L'error més gran és confondre objectiu amb hipòtesi. La hipòtesi dona una indicació del que esperem que mostri l'experiment, mentre que l'objectiu és un concepte més ampli i es relaciona més amb el que esperem obtenir a partir de l'experiment. Per exemple: la hipòtesi pot ésser comprovar el mecanisme d'acció d'un compost sobre un receptor cel·lular, mentre que l'objectiu serà aprofundir el coneixement sobre un tractament potencial en una patologia. L'objectiu de l'estudi es defineix més clarament si s'estableix com a

la resposta a una pregunta. Tant els objectius primaris com els secundaris han de quedar clars i qualsevol anàlisi de subgrups prèviament especificada també s'ha de descriure.

Pel que fa a com expressar la hipòtesi en estudi, el millor és ésser directe i clar per evitar confusions: «La hipòtesi comprovada en aquest estudi va ésser...» o «La hipòtesi que es va fer era...». En el plantejament de la hipòtesi cal ésser específic quant a la relació diferent entre les variables en estudi: moltes hipòtesis consten d'una variable independent (per exemple, la que es manipula per crear una reacció) i una variable dependent (els canvis que resulten d'aquesta manipulació). En aquests casos cal assegurar-se que la hipòtesi conté totes dues variables.

La introducció ha de contenir una descripció clara i precisa del problema que s'ha abordat, però també n'ha d'explicar la rellevància i citar

i resumir breument els estudis previs que defineixen el problema i descriuen solucions anteriors, per tal de contextualitzar la recerca que es pretén fer. Ha d'explicar per què s'ha escollit la metodologia descrita, indicar els resultats principals i, fins i tot, pot avançar les conclusions més importants de l'estudi. Mitjançant aquesta revisió tan breu podem definir la rellevància de la nostra recerca.

La introducció no és un treball de revisió exhaustiu i l'extensió habitual ha d'ésser aproximadament d'una pàgina DIN A-4 amb paràgrafs a doble espai. Atesa la limitació de llargada, és recomanable estructurar la introducció en tres paràgrafs: es pot començar amb un paràgraf de plantejament del tema (de tres a cinc frases), continuar amb un segon paràgraf amb l'establiment del coneixement actual segons la literatura (de quatre a sis frases) i acabar amb un últim paràgraf en què es descriu la hipòtesi i els objectius. Així mateix, la introducció, juntament amb l'apartat de mètodes, que es descriu a continuació, són els apartats adequats per definir els termes especialitzats i les abreviatures que s'empraran a l'article.

Mètodes (o Material i mètodes)

«El valor d'una recerca es determina quan altres científics intenten reproduir els resultats originals dels experimentadors o, més comunament, hi aprofundeixen.» – David Baltimore

L'apartat Mètodes (també titulat Material i mètodes en moltes revistes) ha de descriure amb detall la metodologia de l'experiment amb la qual es va comprovar la hipòtesi descrita en la introducció, així com raonar per què es van usar certs procediments. Malgrat tot, la secció de «Mètodes» només ha d'incloure la informació disponible en el moment en què es va escriure el pla o protocol de l'estudi. Per contra, tota la informació obtinguda durant la realització de l'estudi ja pertany a la secció de «Resultats». No cal indicar els mètodes que es van provar i que finalment no es van emprar durant el desenvolupament de la recerca, tret dels que van ésser

rellevants per posar a punt els mètodes utilitzats per obtenir els resultats.

A Mètodes l'organització és especialment important atesa l'extensió considerable a què sovint s'arriba a l'hora de redactar-los, moltes vegades superior a les tres o quatre pàgines DIN A-4 a doble espai. De fet, molts autors se sorprenen per la dificultat que pot presentar incloure-hi tot allò rellevant que es va fer durant l'experiment. És semblant al que passa amb la redacció del resum. Un aspecte pràctic per guiar al lector és usar encapçalaments per a cada un dels procediments o tipus d'anàlisis realitzades: animals en estudi, tècniques analítiques, materials, anàlisi estadística, etc.

A Mètodes cal descriure la selecció de l'espècie d'estudi (animals de laboratori o éssers humans, incloent-hi els controls) de manera clara, esmentant-hi els criteris d'inclusió i d'exclusió de l'estudi, així com una descripció de la població. La Taula 3 descriu els aspectes principals que cal incloure a la secció de mètodes per a una recerca realitzada amb animals de laboratori, amb aspectes ètics, característiques basals dels animals, estabulació, alimentació, procediments experimentals i procediments estadístics.

En el cas de recerca amb éssers humans és útil adjuntar-hi una taula amb la descripció de les característiques principals: edat, sexe, grup de tractament, diagnosi, etc. (28). En el cas de diferents grups de tractament és adequada la utilització de gràfics de flux per al seguiment de les poblacions estudiades. Així mateix, en recerca amb éssers humans cal indicar els aspectes ètics com ara l'aprovació del protocol per un comitè d'ètica de recerca clínica, la signatura del consentiment informat o el compliment d'allò que estableix la Declaració d'Hèlsinki.

Pel que fa a l'equipament, cal identificar els aparells utilitzats (facilitant el nom del proveïdor i l'adreça entre parèntesis), així com les posicions, definides pels sistemes de calibratge i validació (26). Cal proporcionar referències bibliogràfiques per a aquells mètodes ja establerts i facilitar referències i una breu descripció dels mètodes publicats però que no són gaire coneguts. Cal descriure els mètodes nous o modificats substancialment, explicar el motiu de l'ús i avaluar-ne

Taula 3. Recomanacions sobre els aspectes que ha de recollir l'apartat Mètodes quant a l'ús d'animals d'experimentació en articles científics. Extret d'una proposta d'acord amb el mètode IMRAD (29).

Aspectes globals	Aspectes específics
• Els articles sobre recerca animal han d'incloure informació sobre els animals, condicions d'estabulació, alimentació, procediments experimentals i estadística. • Per escurçar la secció Mètodes, pel que fa a les tècniques i condicions usades durant l'experiment, cal fer referència a estudis previs en què aquestes tècniques s'hagin desenvolupat o validat. • Els aspectes ètics han d'incloure no només l'aprovació dels procediments per assegurar un tracte adequat dels animals, sinó també el compliment de les regles 3R*. • Tots aquests aspectes es poden incloure en un paràgraf amb un encapçalament titulat «Animals» o «Animals d'experimentació».	<i>Ètica:</i> • Declaració breu en què es detallin els controls legislatius i, si escau, la revisió del protocol usada per assegurar un ús i tracte responsable dels animals. • Mesures per refinar les tècniques experimentals amb l'objectiu de mantenir el benestar animal. <i>Característiques basals dels animals:</i> • Espècie (nom binomial en llatí, tret dels animals de laboratori habituals: rata, ratolí, etc.) • Soca, sexe, edat**, pes**, estat genètic o microbiològic (si escau), font, període d'aclimatació o quarantena. <i>Estabulació:</i> • Equipament, nombre d'animals per gàbia, jaç, temperatura ambiental, humitat relativa, programació de la il·luminació, ventilació i filtració i mesures per protegir l'estat microbiològic (si escau). <i>Alimentació:</i> • Tipus i composició de l'aliment i de l'aigua, tractament previ, programació. <i>Procediments experimentals:</i> • Nombre d'animals: detallar el nombre d'animals seleccionats, exclosos, rebutjats, analitzats i informats. • Tractaments previs: anestèsia, analgèsics i tranquil·litzants, mètodes quirúrgics asèptics i procediments, rutes d'administració i nivells de dosis, període d'estabilització. • Descripció de les variables d'estudi primàries i secundàries. • Mostreig: tècniques i programació. • Fàrmacs i equipament: descripció genèrica, nom comercial, proveïdor, ciutat i país del proveïdor. • Disposició dels animals en finalitzar l'experiment. • Tècnica d'eutanàsia. • Mètode de necròpsia (si és necessari). • Procediments de control de qualitat (p. ex., bones pràctiques de laboratori) si són adients. <i>Procediments estadístics:</i> • Hipòtesis comprovades, proves estadístiques, variables estadístiques per mesurar els resultats centrals (mitjana, mediana) i la variabilitat (interval de confiança), nivell de significació i poder estadístic, càlcul de la grandària de la mostra (si és adequat).

*Regles 3R en recerca amb animals de laboratori: refinament, reducció i reemplaçament (30).

**Condicions a l'inici de l'experiment.

les possibles limitacions. També cal identificar els productes químics usats (fàrmacs, reactius, etc.) i incloure'n el nom genèric, la dosi i la via d'administració.

Cal descriure els mètodes estadístics amb prou detall per permetre al lector amb accés a les dades originals la verificació dels resultats obtinguts. En la mesura del que sigui possible, cal quantificar les troballes i presentar-les amb els indicadors adients de mesura de l'error o de la incertesa (per exemple, intervals de confiança a banda de medianes o mitjanes en variables contínues) (26). Cal evitar basar-se solament en la hipòtesi de la prova estadística, com l'ús dels valors de "p", que no proporciona informació sobre l'efecte de la mostra. Cal definir els termes estadístics, els abreujaments i els símbols, a més d'especificar el programari usat per fer els càlculs.

Algunes revistes demanen que el manuscrit estigui redactat d'acord amb les normes CONSORT (acrònim de *Consolidated Standards of Reporting Trials Statement*) si l'article conté dades obtingudes en un assaig clínic controlat i aleatoritzat. El seu valor crític per als autors, però també per a revisors, directores i lectors, és la garantia de la integritat dels resultats de recerca de què s'informa en els manuscrits. La normativa CONSORT inclou una llista amb vint-i-un punts i organigrames que ajuden a millorar la qualitat dels articles. Aquests punts afecten la secció de mètodes i també la resta de seccions de l'article. L'ús d'organigrames o diagrames de flux permet als lectors fer-se una imatge clara del progrés dels participants a l'assaig, des del moment de la inclusió fins al final de l'experimentació. Aquesta normativa està disponible en diferents idiomes i l'han adoptada revistes mèdiques rellevants com ara *The Lancet*, *Annals of Internal Medicine*, o *The Journal of the American Medical Association (JAMA)*. La Taula 4 mostra la informació rellevant per a la secció Mètodes. La informació completa sobre CONSORT es pot trobar a les recomanacions d'algunes revistes (31, 32) o a la pàgina web www.consort-statement.org.

El biaix de publicació, és a dir, la selecció per a publicació només d'aquells estudis que mostren grans diferències entre tractaments (considerats com a resultats positius) o que mostren

resultats equivalents si són estudis de no inferioritat, ha preocupat tant l'entorn acadèmic com els directores de les revistes científiques en l'àmbit de l'assaig clínic aleatoritzat (33). Algunes iniciatives han mirat de combatre aquest biaix de publicació en el context de les anomenades «bones pràctiques de publicació» (34, 35). Tot i així, per intentar combatre d'una manera més efectiva aquest biaix de publicació, l'any 2004 l'ICMJE va publicar una declaració en la qual indica que les revistes membres de l'ICMJE exigiran el registre públic previ dels assaigs clínics per considerar-ne la revisió d'experts i la publicació posterior (36, 37). Els assaigs clínics s'haurien de registrar abans que comenci la selecció de pacients i a la secció Mètodes caldria indicar la base de dades pública en què es va efectuar el registre.

Resultats

«La compulsió per incloure-ho tot, sense deixar-se res, no prova que algú tingui una informació il·limitada; el que prova és que li manca capacitat discriminadora» – Steve Aaronson

Existeix la paradoxa que l'apartat Resultats sol ésser l'apartat més curt però alhora un dels més importants de l'article científic. L'apartat Mètodes mostra com vam obtenir els resultats i l'apartat Discussió explora el significat d'aquests resultats. Per tant, l'apartat Resultats constitueix el centre o esquelet veritable de l'article científic. Aquesta secció facilita la informació clau de l'experiment: les dades que permeten discutir si la hipòtesi ha estat o no comprovada. Tot i així, aquesta secció no proporciona cap informació addicional ni opinió i això explica per què sol ésser més curta que les altres seccions.

Abans d'escriure els resultats hem de comprovar entre totes les troballes obtingudes quines són idònies per contrastar la hipòtesi avaluada. Aquestes dades rellevants són les que hem de ressaltar en aquest apartat i cal mostrar-les sense introduir-hi biaixos ni interpretacions. Si la secció Mètodes ha mostrat els experiments amb un ordre determinat, és convenient que en Resultats es mantingui per coherència la mateixa

Taula 4. Llista de comprovació CONSORT per a assaigs clínics controlats i aleatoritzats: dades que cal detallar a l'apartat Mètodes d'un article científic.

Tema	Punt	Descripció	Se n'informa a la pàg. nº
Participants	3	Criteris d'elegibilitat dels participants i indrets i entorns on es van obtenir les dades.	
Intervencions	4	Especificar els detalls de les intervencions planejades per a cada grup i de com i on es van administrar realment.	
Objectius	5	Especificar objectius i hipòtesis.	
Resultats	6	Definir clarament les mesures dels resultats primaris i secundaris i, quan sigui aplicable, els mètodes usats per millorar la qualitat de les mesures (p. ex., observacions múltiples, formació dels assessors).	
Grandària de la mostra	7	Com es va determinar la grandària de la mostra, i quan sigui aplicable, explicació de qualsevol anàlisi intermèdia i normes per aturar el tractament o l'assaig.	
Aleatorització – Generació de la seqüència	8	Mètode utilitzat per generar la seqüència de disposició aleatòria, incloent-hi els detalls de qualsevol restricció (p. ex., bloqueig, estratificació).	
Aleatorització – Ocultació de la disposició	9	Mètode usat per executar la seqüència de disposició aleatòria (p. ex., recipients numerats o central telefònica), especificant si la seqüència es va ocultar fins que es van assignar les intervencions.	
Aleatorització – Posada en pràctica	10	Qui va generar la seqüència de disposició, qui va incorporar els participants i qui va assignar els participants als grups respectius.	
Cegament (emascarament)	11	Indicar si els participants, els que van administrar les intervencions i els que van avaluar els resultats van mantenir el cegament pel que fa al grup d'assignació. Si és rellevant, descriure com es va comprovar l'èxit del sistema de cegament.	
Mètodes estadístics	12	Mètodes estadístics utilitzats per comparar els grups pel que fa als resultats primaris. Mètodes utilitzats per a anàlisis addicionals com ara anàlisis de subgrup i anàlisis ajustades.	

seqüència de presentació. A Resultats no hem d'esmentar una tècnica que no haguem mencionat a Mètodes, ni tampoc hi hauríem de presentar res que no tinguem en compte més endavant a la discussió.

Els resultats s'han de presentar emprant una seqüència temporal lògica, proporcionant primer les dades basals seguides dels resultats obtinguts després de la intervenció experimental i, d'aquestes dades experimentals, en primer lloc les troballes principals o més importants (38). Qualsevol material extra o suplementari o els detalls tècnics de més extensió es poden

detallar en un apèndix en què la informació estarà disponible per al lector sense impedir una lectura fluida del text de l'article. Algunes revistes publiquen aquests apèndixs de manera alternativa només en la versió electrònica de la revista.

L'apartat Resultats conté tres formats diferents de presentació de les troballes: text, taules i figures. El text hauria d'estar constituït per paràgrafs curts que descriguin els resultats més destacats. Un experiment senzill pot respondre a la hipòtesi amb un text breu, fins i tot mitjançant un sol paràgraf de text, mentre que un experiment

Taula 5. Tipus d'il·lustració per expressar els resultats en un article científic (26).

Il·lustració	Resultat mostrat
Taula, llista	Dades exactes, dades pures o dades que no es poden mostrar en una il·lustració senzilla.
Gràfic lineal	Resumeix tendències, interaccions entre dues o més variables, relació de dades amb constants o emfatitza un patró global més que no pas mostra una dada específica.
Gràfic de barres	Ressalta diferències, dibuixa comparacions.
Gràfic de sectors	Describeix proporcions.
Diagrama	Il·lustra relacions complexes, configuracions espacials, vies, processos, interaccions.
Diagrama de flux, pictograma	Mostra un procés seqüencial, descriu un procés o una organització.
Taula, llista, pictograma	Classifica una informació.
Esquema	Describeix les parts.
Il·lustració, fotografia	Describeix un objecte complet.

més complex exigirà l'ús de material tabulat o gràfic per guiar els lectors sobre quina informació és la més rellevant. En el cas d'usar taules o figures, dins del text cal fer referència a la taula o figura en qüestió; tot i així, el format emprat per esmentar-les pot ésser diferent segons les preferències de l'autor: «La taula 3 mostra els valors d'òxid nítric a...» o «Es va detectar un augment d'òxid nítric a les mostres de còlon del grup tractat amb acetilcolina (Taula 3)». Hem d'evitar la redundància en la presentació dels resultats. No s'ha de repetir en el text aquelles dades que ja es troben en una taula o en una figura.

L'expressió dels resultats és important ja que en aquest apartat comuniquem l'evidència científica principal que hem trobat al nostre estudi. Per això hem d'usar una manera fàcil, molt visual i, sobretot, comprensible ràpidament per expressar els resultats (Taula 5). En general, és preferible emprar figures com a alternativa a taules massa complexes (26, 39, 40). Per exemple, en un article d'oncologia mitjançant una taula podem mostrar les característiques basals dels pacients, els percentatges de respostes objectives completes i parcials, o les incidències pel que fa a toxicitat (per grau de l'OMS i per pacient o per cicle). En canvi, una figura anirà més bé per comunicar visualment una comparativa de l'evolució del temps fins a la progressió o la supervivència entre diferents grups estudiats. És

útil si s'hi indica, a més, la mediana i la ubicació a la corba de supervivència a més de la significació, per exemple, en una anàlisi *log rank*). Òbviament, una evolució de malaltia mesurable per imatge (tomografia computada, tomografia d'emissió de positrons, etc.) necessitarà una mostra representativa en format d'imatge.

Taules i figures

«Les taules tenen dos usos importants. Primer, les taules es poden emprar per presentar dades numèriques. Segon, les taules presenten descripcions paral·leles de manera breu que d'altra manera no s'haurien pogut llistar al text»
—Michael Alley

Les taules presenten una estructura estàndard que es mostra a la Fig. 3. Algunes regles pràctiques per crear taules són:

- No deixar espais en blanc al cos de la taula. Un espai en blanc pot significar que no hi ha dades, o que existeixen i s'han omès per error. És millor omplir aquests espais amb un símbol i explicar-lo amb una nota al peu de la taula.
- No incloure fileres o columnes amb les mateixes dades al llarg de tota la taula.

1 Table III. Changes in variables affecting blood O₂ content in the different groups

2		Control	Phenylhydrazine	Bleeding
Hct (%)	3	46.7 ± 1.9	31.5 ± 2.6	30.4 ± 2.0
Hb (g/dl)		15.4 ± 0.8	6.7 ± 0.9*	9.4 ± 0.7**
4 MCHC (g/dl)		33.3 ± 0.9	19.9 ± 1.5*	30.8 ± 0.6*
SO ₂ (%)		95.2 ± 2.3	84.0 ± 12.3*	90.8 ± 4.2*
CO ₂ (% vol.)		20.2 ± 1.3	8.0 ± 2.3*	11.7 ± 0.6**
PO ₂ (mmHg)		90.4 ± 4.1	77.4 ± 7.6	87.8 ± 6.2

Hct, hematocrit. Hb, hemoglobin concentration. MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration.

5 SO₂, Hb-O₂ saturation. CO₂, O₂ content. n = 7 animals for each group. Values are means ± SD. *p < 0.05 vs. control. **p < 0.05 vs. phenylhydrazine

6

Figura 3. Estructura habitual de les taules incloses en un article científic. **1)** Número i títol: indica el número de la taula i n'explica el contingut. **2)** Encapçalament de les columnes: descriu el contingut de les columnes. **3)** Encapçalament de les fileres: descriu el contingut de les fileres. **4)** Cos de la taula: conté les dades de l'experiment. **5)** Notes al peu: expliquen part del contingut perquè la taula s'entengui sense haver de recórrer al text de l'article. **6)** Línies de definició: separen les diferents seccions de la taula i en milloren l'aparença.

- No repetir les unitats de mesura al cos de la taula. Més val esmentar-les a l'encapçalament de la columna.
- No incloure-hi columnes de dades que es puguin calcular fàcilment a partir de columnes adjacents.
- No incloure-hi columnes de dades no significatives.
- Comprovar que els percentatges inclosos en una taula sumen cent.
- Utilitzar el mateix grau de precisió per a totes les dades (p. ex., 53,00, 75,80 i 46,98 en comptes de 53, 75,8 i 46,98).
- Col·locar sempre el zero a l'esquerra d'un punt decimal (0,5 en comptes de ,5).
- Intercanviar els encapçalaments de les fileres i de les columnes si la taula resultant és massa ampla.

Les revistes no disposen de gaire espai per a cada article científic. Per aquest motiu, l'autor ha de limitar el nombre de taules i figures contingudes a l'article. Com a norma general, es reco-

mana que un article científic contingui una taula (o figura) per cada 1000 paraules de text. Això significa una taula o figura per cada quatre pàgines de text a doble espai de mida DIN-A4 quan redactem el manuscrit. A l'hora de redactar-lo cal incloure les taules al final del document, després de les referències bibliogràfiques, en fulls a part (un per taula), i cada taula completa amb l'encapçalament i els peus corresponents.

Cal dibuixar les figures de manera professional i enviar-les com a impressions digitals de qualitat fotogràfica (22, 41). A més d'exigir una versió per a les figures que sigui adequada per a la impressió, cada vegada més revistes demanen als autors que facilitin els fitxers digitals de les figures en un format que produeixi imatges d'alta qualitat (per exemple, Joint Photographic Experts Group - JPEG o Graphics Interchange Format - GIF). Els autors han de revisar les imatges d'aquests fitxers a la pantalla de l'ordinador i imprimir-les abans d'enviar-les a la revista per assegurar-se que assoleixen l'estàndard de qualitat requerit. En el cas de les figures, cal incloure les llegendes juntes en una sola pàgina i situar-les després de les taules com a part final del manuscrit.

Discussió

«Molts articles acadèmics van a la deriva a través d'una enorme massa de raonaments i explicacions abans de dir res d'interès» – Abby Day

L'apartat Discussió és probablement la part menys estructurada de l'article científic en la qual l'autor pot aplicar un guió més o menys lliure tot i que hi ha de reflectir alguns aspectes bàsics. A la discussió l'autor comunica als lectors què es pot extreure i què es pot fer amb els resultats obtinguts. Si l'apartat Resultats és clarificador per si mateix, els lectors ja haurien d'haver reconegut les tendències mostrades per les dades i fer-se una idea clara sobre si la hipòtesi ha estat corroborada o no. De vegades els autors troben certa dificultat per redactar la discussió atès que els resultats poden semblar explicatius per si mateixos i no saben ben bé què han d'afegir en aquest últim apartat. Si el lector es pregunta què ha de fer amb les dades abans de llegir la discussió, hem d'ajudar-lo a entendre la rellevància dels resultats obtinguts; tanmateix, si s'ho pregunta després de llegir la discussió, caldria reescriure aquest últim apartat.

Un error habitual de molts autors novells quan redacten la discussió d'un article científic és que hi descriuen una altra vegada els resultats de l'estudi. A la secció Discussió hem d'explicar els resultats i no només esmentar-los (20, 42). Hem

de destacar els aspectes nous i importants de l'estudi i les conclusions que se'n deriven. Per tant, no hem de repetir amb detall les dades o un altre material que ja estigui descrit tant a la introducció com als resultats.

La discussió hauria de constar de diferents parts bàsiques que permetessin navegar des d'aspectes més específics relacionats amb l'experiment mateix fins a aspectes més generals, com ara on s'enquadren les troballes d'aquesta recerca en l'àmbit d'una àrea científica determinada. En general, en una discussió d'un article científic cal, com a mínim:

- Explicar si les dades donen suport a la hipòtesi o no.
- Reconèixer qualsevol dada anòmla o desviacions sobre el que s'havia esperat.
- Extreure conclusions, basades en les troballes, sobre el procés estudiat.
- En la mesura que sigui possible, relacionar les troballes amb estudis previs de la mateixa àrea científica.
- Explorar les implicacions teòriques o pràctiques de les troballes.

Començar la discussió comentant si les dades donen suport o no a la hipòtesi definida a la introducció és una bona manera de començar l'apartat, atès que es pot discutir ja d'en-

Taula 6. Estructura global de l'apartat Discussió d'un article científic.

Paràgraf	Objectius
1	Descriure les troballes principals de l'estudi. Respondre a la pregunta qüestionada. No extreure conclusions fins a l'últim paràgraf de la discussió.
2	Interpretar els resultats. Explicar què creiem que signifiquen les troballes principals.
3-5	Comparar els resultats de l'estudi amb la literatura científica sobre el mateix tema o temes similars. Emprar referències per donar suport a la interpretació de les troballes. Discutir aquella literatura que es contradigui amb les dades i explicar el perquè d'aquesta contradicció.
6	Esmentar les limitacions de l'estudi. Descriure la generalització dels resultats en altres situacions. Descriure problemes trobats pel que fa als mètodes.
7	Esmentar preguntes no respostes. Proposar possibles investigacions futures.
8	Conclusió. Respondre la pregunta en qüestió i explicar de manera breu la interpretació de les troballes. No extreure conclusions no donades pels resultats.

trada quin valor científic té l'estudi per si mateix (la validesa interna) a l'espera d'afegir aspectes particulars de l'experiment. No obstant això, cal precisar-hi les possibles flaqueses de l'experiment i indicar si una inconsistència del disseny o mètode podria haver afectat o invalidat algun resultat. Hem de comentar les excepcions o divergències trobades pel que fa a allò esperat. Cal tenir en compte que, en llegir un article, un revisor o lector pot dubtar dels resultats d'un estudi si descobreix alguna incongruència que l'autor no hagi esmentat en la discussió. A més, negligir qualsevol evidència que contradigui la nostra proposta de resposta a una hipòtesi es contradiu amb l'especificat del mètode científic. Així mateix, de vegades en realitzar una recerca comprovem que part dels mètodes emprats en l'experiment es podrien millorar. En aquest cas és correcte esmentar que si es repetís l'experiment modificant-ne la metodologia i indicant una proposta de millora, les limitacions de l'estudi es podrien reduir o fins i tot eliminar. La Taula 6 resumeix l'estructura recomanada per a l'apartat de discussió.

Al final de l'apartat cal incloure un paràgraf en què s'esmentin les conclusions principals de l'estudi. Aquestes conclusions no constitueixen una secció a part. És útil enllaçar-les amb els objectius i hipòtesis de l'estudi però l'autor ha d'evitar propòsits que no compleixin els requisits i conclusions que no quedin recolzades per les dades. S'ha d'evitar esmentar treballs encara no completats i si s'estableixen possibles noves hipòtesis a partir d'aquest estudi, cal etiquetar-les com a tals.

Bibliografia

- Prioreschi P. Experimentation and scientific method in the classical world: their rise and decline. *Med Hypotheses*. 1994;42:135-48.
- Brix J. Hippocrates and scientific articles. *Ugeskr Laeger*. 2000;162:1760.
- Antiseri D. Philosophers, physicists and physicians in defense of the unity of the scientific method. *Clin Ter*. 1998;149:429-33.
- Ancochea Bermúdez J. A general outline of research. The scientific method. Identification of the problem and creation of hypotheses. *Arch Bronconeumol*. 1999;35 Suppl 1:2-4.
- Huxtable RJ. Giordano Bruno, Galileo and the foundations of the scientific method. *Proc West Pharmacol Soc*. 1997;40:1-7.
- Wilson KC. Discovery of blood circulation: and the subsequent creation of the scientific method. *Pharos Alpha Omega Alpha Honor Med Soc*. 1994;57:33-5.
- Quivy R. The construction of the object of research in the scientific method. *Rech Soins Infirm*. 1997;50:32-9.
- Siwicki B. The scientific method. *Health Data Manag*. 1996;4:18.
- Ristori C, Boccardo H, Miranda M, Borgono M, Stockebrand S, Canello J, et al. The stages of scientific method. *Rev Chil Pediatr*. 1963;34:664-6.
- Alfaro V. Aspectos generales en la redacción de artículos científicos y consideraciones prácticas en el ámbito de la oncología. *Rev Oncol*. 2004;6:224-38.
- Sollaci LB, Pereira MG. The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *J Med Libr Assoc*. 2004;92:364-7.
- Atkinson D. The evolution of medical research writing from 1735 to 1985: the case of the Edinburgh Medical Journal. *Applied Linguistics*. 1992;13:337-74.
- Pulido M. Internet guide on instructions to authors of more than 2000 biomedical journals: Raymon H. Mulford Library. *Med Clin (Barc)*. 1999;113:119.
- International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Med Clin (Barc)*. 1997;109:756-63.
- Additional statements from the International Committee of Medical Journal Editors. *CMAJ* 1997;156:571-8.
- Garcia AM. Sixth version of the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals": lots of ethics, some new recommendations for manuscript preparation. *J Epidemiol Community Health*. 2004;58:731-3.
- Arwidson P, Lavielle C. The IMRAD (introduction, methods, results, discussion) plan is also suitable for reviews in education and health promotion. *Sante Publique*. 1998;10:171-4.
- Maisonneuve H. Different forms of writing in medical journals. *Arch Pediatr*. 1998;5:55-60.
- Hitchcock MA. Writing and publishing research articles. *Fam Pract Res J*. 1988;8:3-16.
- Lin YC. Practical approaches to scientific writing. *Chin J Physiol*. 1989;32:59-69.
- Pakes GE. Writing manuscripts describing clinical trials: a guide for pharmacotherapeutic researchers. *Ann Pharmacother*. 2001;35:770-9.

22. Day RA. How to write and publish a scientific paper. 5th ed. Phoenix: Oryx Press; 1998.
23. Alfaro V. Todo aquello que querías saber sobre los artículos científicos y no te atrevías a preguntar. *Omnis Cellula*. 2004;7:24-8.
24. Sharp D. Kipling's guide to writing a scientific paper. *Croat Med J*. 2002;43:262-7.
25. Meadows AJ. The scientific paper as an archaeological artifact. *J Inf Science*. 1985;11:27-30.
26. Matthews JR, Bowen JM, Matthews RW. Successful scientific writing. Cambridge: Cambridge University Press; 1996.
27. Applewhite L. Manuscript preparation for articles in scientific/medical journals. *J Am Optom Assoc*. 1978;49:651-6.
28. Branson RD. Anatomy of a research paper. *Respir Care*. 2004;49:1222-8.
29. Alfaro V. Specification of laboratory animal use in scientific articles: current low detail in the journals' instructions for authors and some proposals. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*. 2005;27:495-502.
30. Ohno Y. ICH guidelines –implementation of the 3Rs (refinement, reduction, and replacement): incorporating best scientific practices into the regulatory process. *Ilar J*. 2002;43(Suppl):S95-8.
31. Moher D, Schulz KF, Altman DG. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. *Lancet*. 2001;357:1191-4.
32. Moher D, Schulz KF, Altman DG. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. *JAMA*. 2001;285:1987-91.
33. Callaham M, Wears RL, Weber E. Journal prestige, publication bias, and other characteristics associated with citation of published studies in peer-reviewed journals. *JAMA*. 2002;287:2847-50.
34. Alfaro V. Ensayos clínicos, buena práctica de publicación y regulaciones legislativas. *Med Clin (Barc)*. 2004;123:100-3.
35. Alfaro V. Good publication practice guidelines for clinical trials? *Clin Pharmacol Ther*. 2003;74:97-8.
36. De Angelis C, Drazen JM, Frizelle FA, Haug C, Hoey J, Horton R, et al. Clinical trial registration: a statement from the International Committee of Medical Journal Editors. *N Engl J Med*. 2004;351:1250-1.
37. Alfaro V. Clinical trial registration: new ICMJE requirement. *Med Clin (Barc)*. 2005;124:638-9.
38. Pulido M. Substance versus style in scientific papers. *Nature*. 1999;400:398.
39. González Alastrue JA, Jover L. Los gráficos en la comunicación y el razonamiento científicos. ¿Instrumento u ornamento? *Med Clin (Barc)*. 2004;122 (Suppl 1):3-10.
40. Alley M. The craft of scientific writing. New York: Springer Verlag; 1987.
41. Goodman N, Edwards M. Medical writing: a prescription for clarity. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
42. Pamir MN. How to write an experimental research paper. *Acta Neurochir. Suppl* 2002;83:109-13.