

Det stratificerede H-indeks giver transparens i videnskabelig impact

Morten Würtz^{1,2} & Morten Schmidt^{3,4}

STATUSARTIKEL

1. Medicinsk Afdeling, Hospitalsenheden Vest
2. Afdeling for Hjertesygdomme, Aarhus Universitets-hospital
3. Klinisk Epidemiologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital
4. Medicinsk Afdeling Regionshospitalet Randers

Ugeskr Læger
2017;179:V12160886

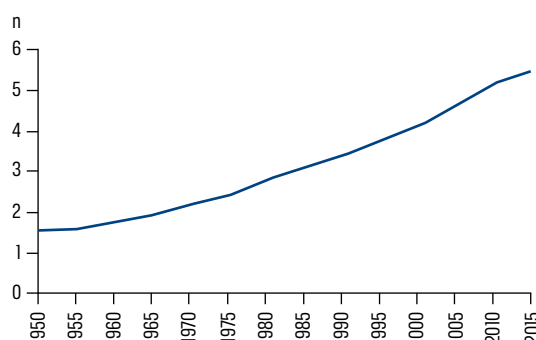
I 1950 var der i gennemsnit halvanden forfatter pr. videnskabelig artikel. Det var på den tid, *Watson & Crick* kortlagde DNA'ets struktur – én artikel, to forfattere [1]. Siden 1950 er det gennemsnitlige antal forfattere pr. videnskabelig artikel næsten firdoblet (**Figur 1**) [2], og allerede i 1993 blev der i *The New England Journal of Medicine* publiceret et studie forfattet af ikke mindre end 972 forskere [3]. Multidisciplinære og multinationale samarbejder vinder frem, mens soloforfatteren synes at være en uddøende race [4, 5]. Det stigende antal forfattere pr. artikel skyldes delvist, at der foregår tiltagende samarbejder på tværs af afdelinger, specialer, institutioner og nationaliteter [6]. Ikke desto mindre øger det stigende antal forfattere risikoen for, at ikke alle forfattere opfylder de internationale forfatterskabskriterier [7, 8]. I henhold til disse kriterier skal man som medforfatter præstere: 1) væsentlige bidrag til idé eller design af studiet, eller tilvejebringelse, analyse eller fortolkning af data, 2) manuskriptudarbejdelse eller kritisk revision af manuskriptets indhold, 3) godkendelse af det endelige manuskript, og 4) tilsagn om at være ansvarlig for alle aspekter i manuskriptet, idet man sikrer sig, at spørgsmål om nøjagtighed eller lødighed i enhver del af arbejdet er tilstrækkeligt undersøgt og løst [7, 8].

GÆSTEFORFATTERSKABER

I forskningsmiljøer diskuteres p.t. betydningen af såkaldte gæsteforfatterskaber (*honorary authorships* eller

FIGUR 1

Gennemsnitligt antal forfattere pr. MEDLINE/PubMed-citation i perioden 1950-2015.



gift authorships) [4, 5]. Ved en gæsteforfatter forstås en forfatter, som foræres et forfatterskab og figurerer på forfatterlisten, selvom vedkommende ikke har bidraget substantielt til studiet/artiklen og altså ikke opfylder forfatterskabskriterierne [8]. Fænomenet er udbredt, og mindst 20% af de artikler, der er publiceret i velansete peer-reviewed tidsskrifter, skønnes at have gæsteforfatterskaber [9]. Foruden at devaluere forfatterskabsbegrebets integritet introducerer gæsteforfatterskaber en uligevægt i bedømmelsesgrundlaget for f.eks. fondsansøgninger, da forskere med multiple gæsteforfatterskaber vil kunne citeres oftere end forskere, som efterlever de etiske regelsæt på området [8].

KVANTIFICERING AF VIDENSKABELIG IMPACT

Der er en voksende interesse for at kvantificere forskeres videnskabelige *impact* ud fra både produktivitet og gennemslagskraft. Det har givet anledning til brugen af standardiserede bibliometriske mål på både tidsskriftniveau (makroniveau) og forfatterniveau (mikroniveau). På tidsskriftniveau anvendes primært Thomson Scientific Journal Impact Factor, som publiceres årligt som en del af Journal Citation Reports [10], og Eigenfactor Score [11]. Begge bibliometriske mål opgives som standard ved søgninger på Web of Science [12]. På forfatterniveau er antallet af bibliometriske mål overvældende. I et nyligt publiceret review er der beskrevet

HOVEDBUDSKABER

- ▶ H-indekset er det hyppigst anvendte bibliometriske mål til kvantificering af forskeres videnskabelige impact i form af produktivitet og gennemslagskraft. H-indekset er dog ofte misvisende, fordi man med det ikke tager højde for den enkelte forfatters reelle bidrag til de artikler, som H-indekset er baseret på.
- ▶ Vi anbefaler at stratificere det konventionelle H-indeks på forfatterrolle, således at der også præsenteres et indeks for henholdsvis førsteforfatterskaber (H1-indeks), andenforfatterskaber (H2-indeks) og sidsteforfatterskaber (HSidste-indeks).
- ▶ Ved at kombinere det konventionelle og det stratificerede H-indeks bliver det transparent, i hvor høj grad en forskers videnskabelige impact er baseret på arbejde udført som førsteforfatter (højt H1-indeks), ledende medforfatter (højt H2-indeks), seniorforfatter (højt HSidste-indeks), en kombination af disse eller ingen af delene.

108 forskellige mål [13], hvoraf det hyppigst anvendte er H-indekset.

H-INDEKSET

Ifølge H-indeksets ophavsmand, *J.E. Hirsch*, har en forsker med indekset h publiceret h artikler, der hver er blevet citeret i andre artikler mindst h gange [14]. H-indekset kombinerer således den kvantitative og kvalitative tyngde af en forskers portefølje i ét tal og anvendes flittigt på tværs af forskningsfelter. I forbindelse med fonds- og jobansøgninger er det vigtigt, at det er praktisk og tidsmæssigt overkommeligt at beregne et retvisende mål for en forskers videnskabelige *impact*. ISI Web of Science [12], Scopus [15] og Google Scholar [16] er eksempler på databaser, som muliggør hurtig beregning af H-indekset.

H-INDEKSETS SVAGHEDER

H-indeksets simpelhed fremhæves ofte som en styrke, men det er samtidig en af flere væsentlige svagheder, som det er fremhævet i **Tabel 1** [17, 18]. Blandt svaghederne ved H-indekset bør fremhæves, at det ikke nødvendigvis muliggør sammenligning på tværs af forskningsfelter eller medicinske specialer, fordi der er store forskelle i publikations- og citationspraksis mellem forskningsfelter (f.eks. intern medicin vs. fysik). In-

TABEL 1

Ti svagheder ved det konventionelle H-indeks.

Tager ikke højde for den enkelte forfatters reelle bidrag til de artikler, som danner grundlag for H-indekset, da placering på forfatterlisten ikke vægtes
Tillader ikke sammenligning på tværs af forskningsfelter, f.eks. medicin og fysik, fordi der er store forskelle i publikations- og citationspraksis
Tillader ikke sammenligning på tværs af medicinske specialer, f.eks. dermatologi og kardiologi, fordi der er stor forskel i specialernes størrelse og forskningstradition
Er stærkt afhængigt af, hvor langt en forsker er i sin karriere, fordi det samlede antal publikationer og citationer stiger over tid; H-indekset er derfor uegnet til sammenligning af unge forskere og seniorforskere
Oftede citerede publikationer definerer en forskers H-indeks, men det er underordnet, hvor mange citationer en artikel har fået, hvis blot antallet overstiger H-indekset
Kan manipuleres ved hjælp af selvcitationer
Inden for de enkelte forskningsfelter ender mange forskere med et ligeværdigt H-indeks, fordi det bliver stadig vanskeligere at øge sit H-indeks, jo højere H-indeks er
Er velegnet til sammenligning af forskere på højeste niveau: højt H-indeks, men mindre godt til sammenligning af middelmådige forskere: lavt H-indeks
Kan kun stige, aldrig falde; desuden vil H-indekset ofte stige, selvom en forsker ikke længere publicerer: man kan hvile på laurbærrene; H-indekset afspejler derfor ikke det aktuelle forskningsmæssige præstationsniveau
Er let at beregne via onlinedatabaser, hvorved det kan være fristende at bruge H-indekset som det primære eller sågar det eneste bibliometriske mål til bedømmelse af en forsker

den for medicin varierer specialerne desuden ofte betydeligt i størrelse og forskningstradition (f.eks. kardiologi vs. dermatologi). H-indekset muliggør heller ikke

TABEL 2

Modifikationer af H-indekset.

Bibliometrisk mål	Definition	Formål
H-indeks	En forsker med indekset h har publiceret h artikler, hver af hvilke er blevet citeret mindst h gange	Udtrykker den kvantitative og kvalitative værdi af en forsker i 1 tal
E-indeks	E er antallet af overskydende citationer, dvs. $> h$ citationer for hver artikel inkluderet i H-indekset	Kvantificerer de overskydende citationer, som H-indekset ignorerer
G-indeks	Publikationer rangordnes efter antal citationer G er det højeste antal g af artikler, som tilsammen har $\geq G^2$ citationer	Giver størst vægt til hyppigt citerede artikler og kompenserer derved for, at H-indekset ignorerer, hvor mange citationer en artikel har fået, hvis blot antallet overstiger H-indekset
Hmx-indeks	Det maks. H-indeks beregnet på tværs af Web of Science, Scopus og Google Scholar	Kompenserer for, at ingen af databaserne har komplet citationshistorik
Hg-indeks	Geometrisk <i>mean</i> af en forskers H- og G-indeks: $Hg = \sqrt{(H \times G)}$	Skaber balance mellem indflydelsen fra de mest citerede artikler: G-indeks, og de øvrige artikler: H-indeks, inkluderet i H-indekset
A-indeks	Gennemsnit af citationer for artikler inkluderet i H-indekset	Justerer for ofte citerede artikler, så alle deres citationer medregnes i H-indekset
M-indeks	Median i stedet for gennemsnitligt antal citationer for artikler inkluderet i H-indekset	Justerer A-indekset for den ofte skæve fordeling af citationer og reducerer derved indflydelsen fra hyppigt citerede artikler
R-indeks	$R = \sqrt{(A \times H)}$	Justerer A-indekset, så folk med højt H-indeks ikke straffes, fordi der divideres med h
Q ² -indeks	Geometrisk mean af en forskers H- og M-indeks: $Q2 = \sqrt{(H \times M)}$	Kombinerer den kvantitative værdi: H-indeks, og kvalitative værdi: M-indeks, af artikler inkluderet i H-indekset
Alternativt H-indeks	H-indeks divideret med det gennemsnitlige antal forfattere pr. artikel inkluderet i H-indekset	Kompenserer for <i>co-author</i> -effekten ved at tillægge artikler med få medforfattere størst værdi
Hpd-indeks: <i>H per decade</i> -indeks	H-indeks hvor citationer opgøres pr. årti	Reducerer H-indeksets afhængighed af alder/anciennitet
W-indeks	W er det højeste antal artikler, som hver er citeret $10 \times W$ gange	Afspejler en forskers vigtigste, dvs. mest citerede, artikler mere præcist
Det stratificerede H-indeks	Angivelse af H-indekset for hhv. 1., 2.- og sidsteforfatterskaber i tillæg til det konventionelle H-indeks	Afspejler andelen af forfatterskaber i ledende og ikkeledende forfatterroller

TABEL 3

Det stratificerede H-indeks' betydning for transparens i videnskabelig *impact*. Modificeret fra [21].

Forfatter nr.	Publikationer, n	Citationer, n	Det konventionelle H-indeks	Det stratificerede H-indeks ^a			Kvantitativ vurdering af videnskabelig impact		Kvalitativ vurdering af videnskabelig impact
				H ₁	H ₂	H _{Sidste}	det konventionelle H-indeks	det stratificerede H-indeks	
1	100	1.500	20	0	0	0	Meget høj	Lav	Ingen 1.-, 2.-, eller sidsteforfatterskaber
2	100	1.500	20	0	6	1	Meget høj	Lav	Bidrag i sekundære roller, men ingen 1.-forfatterroller
3	100	1.500	20	2	1	0	Meget høj	Moderat	Begrænset erfaring som 1.-forfatter og ingen erfaring som sidsteforfatter
4	100	1.500	20	4	2	1	Meget høj	Moderat	Erfaring som 1.-forfatter, men begrænsede andre betydende forfatterroller
5	100	1.500	20	10	0	3	Meget høj	Høj	Stor erfaring som 1.-forfatter og nogen erfaring som sidsteforfatter, dog fortsat primært medforfatterroller i sekundære roller
6	100	1.500	20	12	7	4	Meget høj	Høj	Veletableret forsker med bidrag både som 1.- og sidsteforfatter samt i andre ledende forfatterroller; det konventionelle H-indeks afspejler dog fortsat primært medforfatterroller i sekundære roller
7	100	1.500	20	20	3	6	Meget høj	Meget høj	Det konventionelle H-indeks afspejler et stort bidrag som 1.-forfatter og flere bidrag i andre ledende forfatterroller; god sammenhæng mellem det konventionelle H-indeks og forfatterens videnskabelige impact
8	100	1.500	20	11	8	12	Meget høj	Meget høj	Det konventionelle H-indeks afspejler stor erfaring som 1.-, 2.- og sidsteforfatter

a) H_x = forfatter nr. x.

en kvalificeret sammenligning af videnskabelig *impact* på tværs af forskningsanciennitet, da publikations- og citationsantallet uvægerligt vil stige over tid, hvorfor seniorforskere som udgangspunkt vil have et højere H-indeks end unge forskere. Et særskilt stridspunkt er, at H-indekset inkluderer selvcitationer, hvorved en forfatter kan øge sit eget H-indeks betragteligt over tid [19]. Der mangler klare retningslinjer på området, men ofte deklarerer selvcitationer ikke, når H-indekset opgives.

Et andet betydeligt problem, som vi her vil adressere nærmere, er, at man i H-indekset ikke tager højde for den enkelte forfatters reelle bidrag til de artikler, som danner grundlag for H-indekset, da placering på forfatterlisten ikke vægtes. Faktisk er H-indekset her ved ofte misledende, fordi det beror på antagelsen om, at hver medforfatter til en artikel med rette kan gøre krav på artiklen og alle artiklens citationer som sine egne. Da medforfattere kun sjældent bidrager lige meget til en artikel, er antagelsen oftest forfejlet. Der er gjort talrige forsøg på at korrigere H-indekset for disse svagheder, bl.a. ved at vægte placeringen i forfatterrækkefølgen forskelligt (Tabel 2). Fælles for disse forsøg er, at de er baseret på relativt komplicerede algoritmer, som gør det vanskeligt at gennemskue og beregne

dem. De modificerede H-indeks korrelerer desuden stærkt med det oprindelige H-indeks [20].

DET STRATIFICEREDE H-INDEKS

Videnskabelig *impact* på forfatterniveau bør afspejle forfatterens egentlige bidrag til de studier, de er medforfattere til. Første-, anden- og sidsteforfatteren lever typisk de største bidrag og bør vægtes tilsvarende. Som en ny måde at opgave videnskabelig *impact* på foreslår vi derfor at stratificere det konventionelle H-indeks på forfatterrolle, således at der også præsenteres et indeks for henholdsvis førsteforfatterskaber (H₁-indeks), andenforfatterroller (H₂-indeks) og sidsteforfatterskaber (H_{Sidste}-indeks). Dette stratificerede H-indeks [21] kan let beregnes og opdateres via tilgængelige søgemaskiner som Scopus, hvor H₁-indekset allerede er en integreret del.

Det stratificerede H-indeks gør det transparent, i hvor høj grad en forskers videnskabelige *impact* er baseret på arbejde udført som førsteforfatter (højt H₁-indeks), ledende medforfatter (højt H₂-indeks), seniorforfatter (højt H_{Sidste}-indeks), en kombination af disse eller ingen af delene. I Tabel 3 illustreres, hvordan det samme H-indeks kan afspejle vidt forskellige forskning-

serfaringer. I det konventionelle H-indeks integreres således videnskabelig kvantitet og kvalitet, men generelt vægtes kvantitet højest [17]. Den kvantitative vægning sker uden hensyntagen til antallet af medforfattere eller placeringen af den enkelte forfatter på forfatterlisten. I det stratificerede H-indeks tager man højde for dette, da det bliver muligt at skelne mellem forfatterskaber med ledende og ikkeledende roller (Tabel 3).

KONKLUSION

Der findes ingen genvej til en kvalificeret vurdering af en forskers videnskabelige impact, og en forsker bør aldrig bedømmes alene på baggrund af H-indekset eller andre bibliometriske mål. H-indekset kan dog anvendes som et redskab i den samlede vurdering af forskningsaktivitet, men når det anvendes, bør det også stratificeres på forfatterskabsrolle med angivelse af H1-, H2-, og H3-indeks. Herved får forfattere kredit for ikkeledende forfatterskaber (som en del af det konventionelle H-indeks), og samtidig sikres der en høj grad af gennemsigtighed i forholdet mellem ledende og ikkeledende forfatterskaber (gennem det stratificerede H-indeks). Det stratificerede H-indeks er således et supplement til – og ikke en erstatning for – det konventionelle H-indeks. Ved at kombinere det konventionelle og det stratificerede H-indeks opnås en højere grad af transparens i en forskers videnskabelige impact.

SUMMARY

Morten Würtz & Morten Schmidt:

The stratified H-index makes scientific impact transparent
Ugeskr Læger 2017;179:V12160886

The H-index is widely used to quantify and standardize researchers' scientific impact. However, the H-index does not account for the fact that co-authors rarely contribute equally to a paper. Accordingly, we propose the use of a stratified H-index to measure scientific impact. The stratified H-index supplements the conventional H-index with three separate H-indices: one for first authorships, one for second authorships and one for last authorships. The stratified H-index takes scientific output, quality and individual author contribution into account.

KORRESPONDANCE: Morten Würtz. E-mail: morten.wurtz@clin.au.dk

ANTAGET: 23. februar 2017

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 3. april 2017

INTERESSEKONFLIKTER: ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

1. Watson JD, Crick FH. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature* 1953;171:737-8.
2. Number of authors per MEDLINE/PubMed citation. www.nlm.nih.gov/bsd/authors1.html 2015 (1. mar 2017).
3. An international randomized trial comparing four thrombolytic strategies for acute myocardial infarction. The GUSTO investigators. *N Engl J Med* 1993;329:673-82.
4. Greene M. The demise of the lone author. *Nature* 2007;450:1165.
5. Vinther S, Rosenberg J. Authorship trends over the past fifty years in the Journal of the Danish Medical Association (Danish: Ugeskrift for Læger). *Dan Med J* 2012;59:A4390.
6. Rosenberg J, Vinther S. Forfatterskab. *Ugeskr Læger* 2013;175:789.
7. Rosenberg J, Bauchner H, Backus J, et al. De nye ICMJE-anbefalinger. *Ugeskr Læger* 2013;175:2321-2.
8. International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals (updated December 2014). www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf 2016 (1. mar 2017).
9. Flanagan A, Carey LA, Fontanarosa PB et al. Prevalence of articles with honorary authors and ghost authors in peer-reviewed medical journals. *JAMA* 1998;280:222-4.
10. Journal Citation Reports. www.thomsonreuters.com/en/products-services/scholarly-scientific-research/research-management-and-evaluation/journal-citation-reports.html 2016 (1. mar 2017).
11. Eigenfactor. www.eigenfactor.org/ 2016 (1. mar 2017).
12. ISI Web of Science. <https://webofknowledge.com/> 2016 (1. mar 2017).
13. Wildgaard L, Schneider JW, Larsen B. A review of the characteristics of 108 author-level bibliometric indicators. *Scientometrics* 2014;101:125-58.
14. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005;102:16569-72.
15. Scopus. <https://scopus.com/> (1. mar 2017) 2016.
16. Google Scholar. <https://scholar.google.com/> (1. mar 2017).
17. Costas R, Bordons M. The h-index: advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level. *J Informetr* 2007;1:193-203.
18. Bornmann L, Daniel HD. What do we know about the h index? *JAM Soc Inf Sci Techn* 2007;58:1381-5.
19. Bartneck C, Kokkermans S. Detecting h-index manipulation through self-citation analysis. *Scientometrics* 2011;87:85-98.
20. Bornmann L, Mutz R, Daniel HD. Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine. *J Am Soc Inf Sci Techn* 2008;59:830-7.
21. Wurtz M, Schmidt M. The stratified H-index. *Ann Epidemiol* 2016;26:299-300.