

統計學

Basic Skills in
Statistics:

A Guide for
Healthcare Professionals

基本技巧：給專業醫療工作者的指引

原著

Adrian Cook

Gopalakrishnan Netuveli

Aziz Sheikh

譯者

許耕僑 國立台灣大學醫學院醫學士／醫師

「本書的作者們提供非專家族群一本易讀的統計學書籍，值得大大被讚揚。」

—Philip Hannaford, 亞伯丁大學格倫平健康理事會基層醫療教授



Class Health

合記圖書出版社 發行

統計學

Basic Skills in
Statistics:

A Guide for
Healthcare Professionals

基本技巧：給專業醫療工作者的指引

原著

Adrian Cook

Gopalakrishnan Netuveli

Aziz Sheikh

譯者

許耕僑

國立台灣大學醫學院醫學士／醫師

「本書的作者們提供非專家族群一本易讀的統計學書籍，值得大大被讚揚。」

—Philip Hannafor, 亞伯丁大學格倫平健康理事會基層醫療教授

Class
Health



Class Health

合記圖書出版社 發行

Basic Skills in Statistics

A Guide for Healthcare Professionals

By *Adrian Cook, BSc, MSc*

Gopalakrishnan Netuveli, BSc, BDS, MDS, PhD

Aziz Sheikh, BSc, MSc, MBBS, MD, MRCP, MRCP, DCH, DRCOG, DFFP

ISBN 1-85959-101-9

Text © 2004 Adrian Cook, Gopalakrishnan Netuveli, and Aziz Sheikh

© 2004 Class Publishing (London) Ltd

First published in Great Britain in 2004 by Class Publishing (London) Ltd

All rights reserved. Without limiting the rights under copyright reserved above, no part of this publication may be reproduced, stored in or introduced into a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means (electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise), without the prior written permission of the above publisher of this book.

Traditional Chinese edition © 2009 by Ho-Chi Book Publishing Co.

All rights reserved. This edition arranged with Class Publishing through Big Apple Tuttle-Mori agency, Inc., Labuan, Malaysia.

Ho-Chi Book Publishing Co.

Head Office 322-2 Ankang Road, Nei-Hu Dist., Taipei 114, Taiwan

TEL: (02)2794-0168 FAX: (02)2792-4702

1st Branch 249 Wu-Shing Street, Taipei 110, Taiwan

TEL: (02)2723-9404 FAX: (02)2723-0997

2nd Branch 7 Lane 12, Roosevelt Rd, Sec 4, Taipei 100, Taiwan

TEL: (02)2365-1544 FAX: (02)2367-1266

3rd Branch 120 Shih-Pai Road, Sec 2, Taipei 112, Taiwan

TEL: (02)2826-5375 FAX: (02)2823-9604

4th Branch 24 Yu-Der Road, Taichung 404, Taiwan

TEL: (04)2203-0795 FAX: (04)2202-5093

5th Branch 1 Pei-Peng 1st Street, Kaoshiung 807, Taiwan

TEL: (07)322-6177 FAX: (07)323-5118

6th Branch 632 ChungShan Road, Hualien 970, Taiwan

TEL: (03)846-3459 FAX: (03)846-3424

7th Branch 272 Shengli Road, Tainan 704, Taiwan

TEL: (06)209-5735 FAX: (06)209-7638

本書經原出版者授權翻譯、出版、發行；版權所有。

非經本公司書面同意，請勿以任何形式作翻印、攝影、拷錄或轉載。

國家圖書館出版品預行編目資料

統計學基本技巧：給專業醫療工作者的指引 / Adrian Cook, Gopalakrishnan Netuveli, Aziz Sheikh原著：許耕僑譯。一初版。一臺北市：合記，2009.08

面：公分 參考書目：面 含索引

譯自：Basic Skills in Statistics: A Guide for Healthcare Professionals

ISBN 978-986-126-612-1(平裝)

1. 醫學 2. 統計方法

410.28

98013315

統計學基本技巧：給專業醫療工作者的指引

原 著 Adrian Cook, Gopalakrishnan Netuveli,
Aziz Sheikh

譯 者 許耕僑

助理編輯 陳佳芳

創 辦 人 吳富章

發 行 人 吳貴宗

發 行 所 合記圖書出版社

登 記 證 局版臺業字第0698號

社 址 台北市內湖區(114)安康路322-2號

電 話 (02)27940168

傳 真 (02)27924702

網 址 www.hochi.com.tw

西元 2009 年 8 月 10 日 初版一刷

100磅特白模造紙 7版 112頁

版權所有・翻印必究

總經理 合記書局

郵政劃撥帳號 19197512

戶名 合記書局有限公司

北醫店 電話 (02)27239404

臺北市信義區(110)吳興街249號

臺大店 電話 (02)23651544 (02)23671444

臺北市中正區(100)羅斯福路四段12巷7號

榮總店 電話 (02)28265375

臺北市北投區(112)石牌路二段120號

臺中店 電話 (04)22030795 (04)22032317

臺中市北區(404)育德路24號

高雄店 電話 (07)3226177

高雄市三民區(807)北平一街 1 號

花蓮店 電話 (03)8463459

花蓮市(970)中山路632號

成大店 電話 (06)2095735

台南市(704)勝利路272號

「統計學基本技巧：給專業醫療工作者的指引」讀者評論

「對有志於研究並花了許多時間試著解開統計學世界迷霧的醫療專業者來說，這本書無疑是令人驚豔的資源。作者試圖透過案例練習的方式來解釋複雜的統計概念，全書充滿好用的重點提示與精闢的專有名詞解釋，無論是剛起步的研究者，或是任何對研究論文想更進一步瞭解的人，這本書是必備的參考書籍。」

Monica Fletcher, 國家呼吸醫療訓練中心執行首長

「這本可輕易上手的書將帶領不熟悉統計學的人進入全新的世界，透過生活中常見的案例，作者以更貼近臨床醫師與研究者的角度，使統計原理變得生動不枯燥，我一定會將它推薦給我的學生、受訓學員、同事。」

Professor Abdul Rashid Gatrads, OBE, 瓦索爾莊園醫院小兒科專家

「這本好書刊登在基層醫療呼吸照護期刊 (www.thepcrj.org) 的系列文章，只有少數作者能用較為淺顯的英文來表達他們心中的科學概念，本書的作者則確實做到這點。他們設法傳達統計學原理給更多人，和讀者分享他們對於統計學運用上的實用技巧，以利研究的設計、瞭解與執行，適合任何想對實證醫學有更進一步認識，與正在進行相關研究的人閱讀。」

Mark Levy, 基層醫療呼吸照護期刊編輯

「我發現閱讀此書是一件非常享受的事，而這竟然是一本統計學書。它帶給讀者的比一般統計學書籍更多，除基本統計學知識之外，它還說明了應該如何設計一個醫學研究，解開讀者常見的疑惑。對於所有與醫療研究領域相關的人，包括期刊讀者、實證性準則檢閱者、研究設計者皆有幫助。我認為我研究團隊裡的每位成員都有義務閱讀這本書，並將此書推薦給想徹底理解自己所閱讀的論文的人。」

David Price, 亞伯丁大學基層醫療呼吸醫學一般醫療呼吸道團隊教授

譯者序

猶記得大學時候，生物統計課程安排在大三下，以往對於統計學接觸不多的我們，面對讓人昏頭轉向的數字與統計專有名詞原理，在第一次期中考，班上同學有半數以上不及格，堪稱實在的震撼教育。但當我們接觸論文的頻率增加，愈發現那些看似離我們遙遠又深奧的統計知識，卻是做研究的基礎。

有幸能翻譯到「統計學基本技巧」這本書，書中專有名詞仍在，但作為一本寫給非統計專業人員看的書，作者盡力將其深入淺出解釋，尤其每個統計原理後面附上簡單的範例，文字表達不出來的，看了實例之後往往讓人豁然開朗，這也是我認為這本書最值得推崇的地方。建議讀者找個空閒的午後，用輕鬆的心情翻閱這本書，會發現過去讓人感到艱深的生物統計學，其實也有可親的一面。

許耕僑

前言

(Foreword)

在許多醫學院與其他醫療專業領域的大學課程中，統計學的教學往往不合格。然而，所有醫療專業工作者都應該對於統計學的重要觀念，有一定程度的瞭解：從事實證醫學照護者必須能夠鑑定科學論文對於問題的解答是否切中核心，並評估論文所呈現結果的證據強度；希望改善臨床治療方法的醫師，則要能夠準確彙整臨床所見結果，從中學習如何提供給病患更合適的治療；此外，愈來愈多臨床工作者想發展屬於自己的研究，以得到重要臨床問題的解答。

大部分統計學的書籍是為統計學專家而寫，書中常充滿運算方程式與專業術語，這樣的概念其實已經過時，因為現今用來進行統計學運算的電腦程式已經被廣泛使用，減少進行冗長複雜計算的必要性。但是使用這些程式的人仍然需要理解這些運算背後的原理，才能在廣泛的統計算式與技術中選取最適當的種類，因此，能發現一本以清晰易懂的語言來介紹統計學重要知識的書，相當令人振奮。

我是在閱讀基層醫療呼吸照護期刊時首次接觸到刊登其上的「統計學基本技巧」系列文章，作者有條理的想法與寫作內容，立刻讓我留下深刻的印象，常令非研究者感到困惑的觀念在文中以深入淺出的方式呈現，這些文章很快成為我當時正在進行——關於如何分析數據資料來做臨床決定的短期課程的重要資源。我很肯定這本書在不久的將來會列在其他課程的閱讀書目上，佔據許多圖書館書架上的位置，並出現在許多臨床醫師的辦公室裡。提供非專家族群一本好讀的統計學書籍，本書的作者們值得大大被讚揚。

Philip Hannaford,
亞伯丁大學格倫平健康理事會基層醫療教授

致謝

透過這個機會我們想對 Mark Levy 醫師，也是一般家庭醫師呼吸道小組的基層醫療呼吸照護期刊編輯，表達最高的感謝。因他的同意，我們才能夠將刊於期刊上的統計筆記原文修改擴充，以完成這本書。因為期刊編輯部對於這系列文章的遠見與賞識，文章才得以出版，事後也證明它們的確相當受讀者歡迎，而其中許多人原本對統計學是敬而遠之。因為有了這些讀者的支持與鼓勵，才驅動我們完成這本書。

同時也要感謝在這本書出版過程給予我們改進意見的人、一般家庭醫師呼吸道小組的同事，以及在文章初稿階段給了我們很多有建設性建議的相關單位。在他們的幫助之下，這本書內容的品質提昇了許多。最後，也是最重要的，獻上無限的感激給我們的妻子及家人，因他們的支持協助，使我們的工作得以事半功倍。

目 錄

(Contents)

前 言	v
<i>Professor Philip Hannaford, University of Aberdeen</i>	
致 謝	vi
導 論	1
第1章 建立基礎：測量與機率	3
第2章 單一變數的描述	15
第3章 連結兩個變數	27
第4章 統計推論	40
第5章 研究設計	53
第6章 研究結合：系統回顧與統合分析	64
第7章 資料處理	78
專有名詞解說	87
參考書目與延伸閱讀	94
索 引	97

導 論

(Introduction)

本書主要目標為將基本的統計概念介紹給專業醫療工作者，我們並不主張給讀者最多最完整的統計學摘要，而希望讀者能夠對統計學中的專有名詞有充分的理解，能夠理解評估研究論文常用的統計方法，甚至進一步追求屬於自己的研究，在與統計學家互相溝通意見時能更加順利。

很多臨床工作者誤以為統計學是門晦澀難以親近的學科，但實際上統計的基本概念非常平易近人。簡單來說，統計最基本的目的在於透過統整分析，來呈現數據資料所隱含的意義；進一步則是透過假設檢定，以系統化的過程來解答研究過程遇到的重要問題。臨床工作者常會遇到的重要問題，包括新藥是否比舊有的藥有更好的療效，或是某種的危險因子是否會造成後續特定的疾病，例如出生體重——較輕的新生兒將來是否比較容易得到氣喘。假設檢定原理是先假設新的治療或是某種特定危險因子對於結果並沒有影響力，有人稱之為虛無假設，之後再計算所比較的兩組隨機產生結果差異的概率。

一個設計完整的研究，其研究群組彼此間相似性通常不高，研究者可得到研究結果（即使結果顯示各群組差異性不大，也可能是有用的資訊）；這一點說明了統計學常被人們忽略的一個要點——也就是統計對於研究模式設計的貢獻。統計估計是統計學裡和假設檢定息息相關的部分，研究者可藉之分析所研究的群組彼此之間差異性有多大。

在本書的七個章節裡，將介紹資料呈現（第 1、2 章）、假設檢定的原理（第 3 章）、估計（第 4 章）；第 5 章著眼於流行病學與治療處置研究設計，包括樣本數大小計算原理的討論；第 6 章，也就是倒數第二章，則討論系統性回顧與統合分析的角色與使用方法；最後一個章節則針對那些想發展自己的研究計畫的人，探討重要的相關統計細節。

統計學的專有術語有時會讓人困惑，為了使讀者方便查閱，在書末附上常見的重要統計學專有名詞解說。對於那些在讀了本書後對統計學有濃厚興趣，想追求更多統計知識的讀者，也列出一些值得推薦的進階書目，供各位讀者參考。

Adrian Cook,
Gopalakrishnan Netuveli
and Aziz Sheikh

第 1 章

建立基礎：測量與機率

Laying the Foundations: Measurement and Probability

重點提要

- 測量為利用特定的規則產生的尺度，來衡定一個事物的層面。
- 測量的尺度有四種：名義尺度、順序尺度、區間尺度、比例尺度。
- 測量會產生數值（定量）與類別性（定性）的隨機變數。

統計的基礎材料 (The Building Blocks of Statistics)

身為一個專業醫療工作者，在每天的臨床工作都會接觸到測量與機率，包括許多日常的醫學檢查：例如量病人的體溫、脈搏與血壓，即為測量的一種。注意臨床的徵象例如發紺的呈現、病人無黃疸跡象，則為另一種測量實例，這表示測量不只侷限於數值性資料的記錄。臨床觀察如「口服類固醇的病人體重容易上升」為機率描述的例子，指稱某種臨床症狀「常見」或某種疾病「罕見」，為另一種常用的機率描述說法。有時甚至會有較複雜的機率口訣被設計出來，例如併有間歇性右上腹痛的四十歲具生育能力的肥胖白人女性，常被診斷

出有膽結石，其特點可整理成 5F: fat、fair、fertile、female of forty，這段描述可回歸為體重、膚色、生產力、年齡與性別對膽結石產生的風險影響所做出的充分確認。這些風險因子是透過不同種類的測量尺度所測得的結果，展現出測量、機率與醫學之間的關係。

測量 (Measurement)

測量需要什麼？(What does measuring entail?)

無論是量體溫或是注意到發紺的呈現，測量都需要利用尺度來衡定一個事物的層面。衡量的方式（例如量小孩的身高）需要遵守特定的規則，其中最重要的三個規則為：

- 尺度必須具專一性，例如符合一對一衡量。
- 測量必須有意義。
- 測量必須具有代表性。

以臨床為基礎的案例應該要能夠符合上述的規則；舉例來說，若有個基層照護團隊想研究種族差異對於醫療資源利用的影響，為了使資料收集者便於收集資料，可以使用三分法來分測種族：1 為英國人，2 為亞洲人，3 為非裔加勒比海人，雖然這分法淺顯易懂，但並不符合上述的三個規則。例如一個在英國出生具有亞洲血統的人，可能同時被分類為英國人與亞洲人，使得衡量並不專一；再者，用出生地或是持有的國籍來界定種族研究的種族分類，似乎並不具有特別意義；而且這樣的三分法，並無法呈現出真實社會所具有的種族生態的複雜性。

測量的使用 (Uses of measures)

針對變異性的測量，有四種常用的方法：

- 將物件分類（例如定義一個小孩為高或是矮）。
- 將一個物件與其他物件比較出排名順序。
- 比較出兩個以上的物件彼此的性質差異。
- 找出兩個以上的物件其某個共同特性的程度比率。

雖然典型的測量會包含數字性的數值，但是這並非絕對。然而無可否認的，數值性的尺度，優點在於能夠使上述的四種方法更容易被執行。

測量尺度的種類 (Types of measurement scale)

測量的尺度可根據其所採用的取得方法來分類，有四種類型：名義尺度、順序尺度、區間尺度、比例尺度。這四類尺度的排列順序是有意義的，每個尺度都包含前個類型尺度的性質，因此名義尺度所涵蓋的層面最窄，比例尺度的層面最廣泛。

■ 名義尺度 (nominal scales)

名義尺度由可代表人或事物某些特殊性質的標記或名稱所構成，要符合測量尺度的定義，同一個標記不能給不同性質的人或物，不同的標記也不可給同一個人或物。名義尺度有兩種：

第一型：標記被用來分別不同的個體，國家保險號碼即為此例，每個人都會獲得一個獨有的編號。利用這類的尺度，我們能夠取得的統計資料為個案的數量，例如有國家保險號碼的人數。

第二型：標記被用來分別不同的群體，同一個團體的成員會被給予相同的標記，此給予的過程常被稱為分組或分類，其用意在於對未分類的人或物，建立一個公平的分類方式。此平等性的建立非常重要，這點常被忽略。例如，人類常被分類為男性或女性，這種分類對我們來說輕而易舉。但在醫療研究的分類，隨著定義的不同，比如性別或是年齡，會呈現不同的結果。同一個人也會因為採用性別或是年齡分類的不同，而被歸於不一樣的分組之中。這告訴我們一個很重要的要點，在分類時必需要有明確的分類標準，並且從頭到尾貫徹此標準。血型分類為較明確的名義尺度分類法的好例子。

第二型的名義尺度其優點為，能比單一的分類成員數目提供更多的細節訊息，例如可決定何種分類數最常被使用，或可測試假設一個群體的成員是用不平等的方式分佈到不同分類群組（參見第 4 章）。

若將第一型名義尺度視為各分類群組具有相同單一單元的特殊第二型名義尺度，這兩類的名義尺度（第一型與第二型）可說是相同的。

順序尺度 (ordinal scales)

名義尺度的內容可被排序，則此測量尺度稱為順序尺度。註冊署社會階層總分類 (The Registrar General's social class grading) 即為順序尺度的例子。

無論執行者公平與否，在使用順序尺度上都有其限制。這表示儘管我們可用順序尺度來分類，並根據所研究的特殊性質來排序所研究的人或物，但無法將任何算術的運算都應用到上面。此限制是因為鄰

近的順序尺度其差異並不一定相同；舉例來說，社會階層 I 與社會階層 II 之間的差異，與社會階層 III 與階層 IV 的差異就不相同。因為這個限制，若不適當地運用統計方法來解釋順序尺度的資料，可能會造成相當程度的混淆。

李克特量表 (Likert scales) 常被用來對問題的回應分量，個別的分數具有其特殊的含意，例如在五等尺度量表 (1-5 分) 裡，1 分表示相當不同意，2 分表示不同意，3 分表示無意見，4 分表示同意，5 分表示相當同意。許多試驗工具會利用這種評分模式來總結出一個索引，雖然不符合數學性，這種轉換常可歸納出有用的結果，但在解釋結果時要特別謹慎。例如不該認定 4.4 為某個群體的平均社會階級的有意義數值，但在某些特殊情況下，如針對一般科醫生所選的畢業後課程滿意度，4.4 這種分數就有意義。

再以一般科醫生的例子來說，可以另一種方式來說明，總結數值常常無法透過直接解讀就可得到結果，透過平均值可能可以歸納出他們對於課程的意見，但也可能只有少數人表示相當同意，而大部分人則選擇無意見，在這樣的情況下，平均值就不見得能忠實反映出他們對課程的意見。其他對順序尺度有用的統計工具包括中位數與百分位（參見第 2 章），任何可維持尺度順序的轉化方法，都可用在順序尺度上。

■ 區間尺度 (interval scales)

在分類與排序之外，區間尺度可推斷各分類間的差異性。在區間尺度中，數字 1 與 3 的距離與數字 3 和 5 的距離相等，即使增加一個

常數，也不會為尺度帶來改變。區間尺度的特性為，不可有絕對值 0，這也是此尺度最大的限制。在測量尺度裡，若某個特性的影響並不存在，就會被視為絕對值或是真值 0。但在區間尺度中，0 無法指向任何分數，可利用增加或減去一個常數來改變 0 點的位置。常見的區間尺度為測溫度的華氏與攝氏量表，兩個量表都可讓我們得知物體間的溫度差異是否相同，也可將數值從一個量表轉換成另外一個。然而，攝氏 0 度並不等於華氏 0 度，兩者的 0 度都是任意設出的數值。因為沒有固定的絕對 0 點，我們就無法做出具有比例性質的假設，例如 100°C 在攝氏量表是 50°C 的兩倍，但在華氏量表就並非如此，其相對應的溫度應該是 212°F 與 122°F 。本書所描述的大部分統計都可使用區間尺度。

■ 比例尺度 (ratio scales)

我們所接觸的大部分理學測量都屬於比例尺度，比例尺度有絕對 0 點，因此可以測試比例與機率的平等性。例如某個小孩的身高是她父親（身高）的一半，這個事實無論用公分或是英吋，都可以得到一樣的正確結果。這種兩個比例尺度之所以可以在同性質的測量之間轉換，是透過特定常數的乘法來達成。其餘包括血壓、體重、脈搏數，都是臨床醫學上常見的利用比例尺度來測量的例子。比例尺度除了可用於適用區間尺度的事物，還可用於更複雜的統計，如變異係數的產生。