

依頼総説

実践現場における研究方法の考え方と実施方法の基礎の基本の ABC

澤田 亨

早稲田大学スポーツ科学学術院

スポーツ栄養の科学的基盤を築くために現場でスポーツ選手等の支援を行っている会員向けに、現場向きの研究手法である「疫学研究」の基本を紹介する。疫学研究は「疫学的研究手法」を用いて行う研究で、疫学的研究手法とは現場の問題や課題を改善するために生まれた実践的な手法である。疫学研究を実施するために必要な条件は、「現場に知りたいことがあること」と「研究に参加してくれるヒト集団がいること」の2つだけである。疫学研究はメカニズムの解明を目的としていないため、メカニズムを解明するための測定は不要で、「比較」を基本とする疫学的研究手法を学ぶことによって現場で簡単に研究が実施可能となる。

キーワード：疫学 栄養疫学 観察研究 介入研究

I はじめに

スポーツ栄養学の科学的基盤は、現場における「疫学研究」と研究室における「実験研究」だと考えられる。2つの研究は「鬼と金棒」に例えることが可能であり、現場における疫学研究が「鬼」で、研究室における実験研究が「金棒」となる。「鬼」がいなければ「金棒」だけがあってもスポーツ栄養学の科学的基盤を構築することは困難である。一方で、「金棒」がなければ「鬼」は決定的な武器を持たない存在のままで、やはり、科学的基盤を盤石にすることは困難である。本総説では、「鬼と金棒」の考え方や、「鬼」となる現場の研究の実施方法である「疫学研究」を紹介する。

II 疫学とは

疫学は「どちらの方がいいんだ？」という課題に溢れている医学の世界で発達した学問であり、未知の病からヒト集団を救ってきた歴史を持つ学問である。つまり、疫学とは「いったいこったい、どちらの方法を選択すれば健康危機に曝されているヒトをより多く救えるんだ」という問いに対して答えをだすために発達してきた学問である。疫学的研究手法の特徴は、ヒト集団におけるメカニズムの解明が困難な問題についてメカニズムの解明は後回しにしたままで、問題解決の方法を「比較」によって見つけ出す点にある。つまり、

「どっちの方法が、どのくらいヒト集団の問題を改善するか」を科学的に比較して、ヒト集団の問題をより改善する方法を選び出す手法であり、現場における「どっちの方法を選択すればいいのか？」という疑問に答える手法である。疫学研究は「論より証拠」のスタンスを取る。理論はさておき、証拠（結果）を求め、その方法がなぜその問題を解決するのかについて深く探索しない。問題を解決することを最優先し、どうして解決されるのかについての解明（メカニズムの探求）は他の専門家にお任せするというスタンスを取るのである。疫学における比較の方法は、研究参加者を観察するだけの「観察研究」と、研究参加者に何らかの介入をしてから観察する「介入研究」の2種類である。エビデンスレベル（科学的根拠のレベル）は、観察研究より介入研究の方が高く、観察研究は「どっちの方法が良いのかを探る研究」であるのに対し、介入研究は「どっちの方法が良いのか、白黒をつける」研究である。

III 疫学研究を実施するために必要な条件

現場で疫学研究を実施するために必要な条件が2つ存在する。ひとつめは、現場に「どっちの方法を選択する方が選手や患者さんのためにいいのだろうか？」という疑問があることである。比較を主たる研究手法とする疫学はこの「どっち」に答えを出していくこと

になる。現場における日々の実践活動のなかで発生したさまざまな疑問をそのままにせず、「どっちなんだろう？」という疑問を大切にしていこうことから研究がスタートする。

もうひとつの条件は「研究に参加して下さるヒト集団が存在する」ということである。疫学研究は「比較研究」である。観察研究も介入研究も、比較するために少なくとも2つの異なるヒト集団を対象に、一定期間観察させていただくことになる。特に介入研究は何らかの介入をさせていただいた後に、観察させていただくことになる。予想される両群の差が大きくない場合は、数百人、場合によっては数千人のヒト集団に研究に参加していただかないと、両群の差が偶然なのか、本当に存在する差なのかを明らかにすることができない。いわゆる「統計的仮説検定における有意な差」を見いだせないのである。現場を持たない研究機関や教育機関に所属する研究者の多くが、研究を実施するうえで苦勞することのひとつが研究参加者募集である。一方で、現場との信頼関係を日々積み重ねている研究者は、現場の人たちが研究に参加して下さることがあり、その場合は研究参加者が容易に募集されることになる。つまり、現場において疑問があり、かつ、現場との信頼関係が築かれている研究者にとって、現場の人を対象にした比較研究を行うことは比較的容易に疫学研究が実施できると考えられる。

IV 疫学研究の具体例

疫学研究の先駆者を紹介する。一人は疫学研究で世界で初めて行ったとされる英国の医師、John Snowである。もうひとりとは栄養疫学の先駆者である高木兼寛である。

1. John Snow (1813~1858)

John Snowはロンドンの市民を未知の流行病(疫病)から救った医師である。John Snowは1844年にロンドン大学で医学博士号を取得した麻酔科の医師である。医学博士になってから4年後の1848年に英国でコレラが流行し、約5万人がコレラの犠牲になっている。当時、コレラの原因は悪臭だと考えられていた。この説は「瘴気説(しょうきせつ)」と呼ばれていた。英国公衆衛生医療顧問であったThomas S. Smithらが主張した説で、ヒトが悪臭を吸い込むことによって、それが気管から肺へ行き、肺から血液の中に入って体液を悪化させ、病に至るというものである。瘴気説は「論より証拠」の「論」によって構築された「説」であるが、当時の公務員や議員たちの支持を得て、広く信じられていた。例えば、当時活躍していた看護師であり、統計学者でもあったFlorence Nightingaleもこの説を信じており、ナイチンゲール病棟と呼ばれた近代的な

病院病棟の構造は自然換気が重要視されていた。しかしながら、麻酔科の医師であるJohn Snowは、下水作業をしているヒト集団にコレラが蔓延しておらず、また、感染が拡大する様子は原因が気体とは考えにくいことから、コレラの原因は気体ではなく液体(飲料水)だと考えた。そこで、John Snowは、ロンドンにおける水道会社とコレラ死亡者数の比較研究、つまり疫学研究を行った。

当時のロンドンには複数の水道会社が存在し、同一地区に複数の水道会社がそれぞれの水道管を埋設して水道水を供給していた。ある会社(A社)は、ロンドンの中心部を流れる川(テムズ川)の下流から水道水を採水した後に、採取した水をろ過して不純物を取り除いてロンドン市民に供給していた。また、ある会社(B社)はテムズ川の上流から水道水を採水した後にろ過してロンドン市民に供給していた。John Snowは、両社から水道水の供給を受けている地域を見つけ出し、この地域を歩いて回ってコレラによる死亡者と、その死亡者が住んでいた家やアパートが契約していた水道会社を把握していった。その結果、A社における1万家屋当たりのコレラによる死亡者数は315人であるのに対し、B社では37人と両社の間に明らかな差があることを観察し、コレラの原因が気体(瘴気)ではなく、液体(飲料水)である可能性を見出した(表1)。John Snowが行った疫学研究は観察研究であり、ヒト集団(ロンドンの住民)における、「下流で採水された水を飲むヒト集団」と「上流で採水された水を飲むヒト集団」を比較して、上流で採水された水を飲むヒト集団はコレラによる死亡率が低いことを見出した。John Snowの発見はメカニズムについては何も語れなかったことから、すぐに多くの人々から信用される発見とはならなかったが、徐々に信用され、1866年にコレラが英国で再び流行した時の死亡者数は4千人と1回目の流行と比較して大幅に死亡者数を減少させることになった。

この状況を「鬼に金棒」に例えると、John Snowの研究結果(疫学研究の結果)が「鬼」であり、まだこの鬼は金棒(メカニズムの解明)を持っていない状況であった。しかしながら、「鬼(疫学研究の結果)」があるだけで、「ロンドン市民のみなさん(なぜかは不明ですが)、下流で採水された水道水を飲むとコレラになる可能性が高いことがわかりました。だから、上流で採水された水道水を飲むようにしましょう」というメッセージを発信することが可能となる。そして、コレラによる死亡を(ある程度)予防することが可能となる。また、金棒(メカニズムの解明)の研究をしている科学者に対しては「メカニズムの研究をしているみなさん、研究対象は液体(飲み水)です。気体(瘴気)ではありません」と伝えて、メカニズム研究を後押しすることになる。

表1 水道会社別にみたコレラ死亡率

水道会社	家屋数 (戸)	死亡者数 (人)	死亡率 (1万家屋当たり)
A社	40,046	1,263	315
B社	26,107	98	37

Snow, J.: On the mode of communication of cholera (1855), John Churchill, London

表2 食事別にみた脚気死亡者数

船名	食事 (主食)	航海日 (日)	乗船者数 (人)	脚気患者 (人)	脚気死亡者数 (人)
龍驤	白米	272	376	169	25
筑波	米麦混合食	287	333	14	0

Takaki, K.: On the preservation of health amongst the personnel of the Japanese Navy and Army. *Lancet*, 167, 1369-1374 (1906)

John Snowの発見が改めて脚光を浴びたのは、1883年にRobert Kochがコレラ菌を発見した時である。コレラ菌が発見されることによって「鬼」は「金棒」を持つことになる。まさに「鬼に金棒」である。つまり、「みなさん、汚染されていない水を飲んでいけばコレラにならないことがわかりました。汚染されている水にはコレラ菌がいます。だから、水道水を塩素で消毒して、汚染されてない水を飲みましょう」というメッセージが発信されてコレラから私が守られるのである。

2. 高木兼寛 (1849~1920)

次に紹介する疫学の先駆者は介入研究によって「脚気」から海軍の人々を守った高木兼寛である。高木兼寛は栄養疫学の先駆者であり、東京慈恵会医科大学の創設者でもある。また、「ビタミンの父」とも呼ばれている。高木兼寛は海軍の軍医であり、John Snowを生んだ英国で医学を学んで1880年に帰国している。Robert Kochがコレラ菌を発見する3年前である。高木兼寛が帰国した年の海軍における脚気の発症率は25%であり、多くの軍人が脚気に悩まされていた。1880年頃の日本には二大国民病と呼ばれる疾患があり、ひとつが結核、もうひとつが脚気であった。脚気になると抹消神経障害や心不全が発症し、症状が重くなると死亡してしまう病である。当時、脚気の原因は病原菌だと考えられていた。当時はさまざまな病原菌が発見されている時代であり、未知の病であった脚気も脚気菌という菌が存在し、脚気菌によってもたらされている病気であると考えられていた。しかしながら、英国で医学を学んだ高木兼寛は、英国に脚気に罹患する人がいなかったことや、海軍の船が航海中、港に立ち寄ると脚気の症状がいったん収まるが、また航海に出発すると脚気の症状がでてくることから、脚気の原因は病原菌ではなく栄養不足だと考えた。そこで、高木兼

寛は、海軍における悲惨な事故である龍驤(りゅうじょう)号の事件を比較群とした介入研究を実施して、脚気の原因が栄養不足であることを明らかにしようとした。龍驤号の事件とは、高木兼寛が英国から帰国してから2年後の1882年12月に遠洋練習航海にかけた際の事件である。376人で太平洋の国々を272日かけて航海したのであるが、航海中に169人が脚気に罹患し、25人が死亡したという悲惨な事件である。高木兼寛は英国人のように麦を食べれば脚気が予防できると考え、龍驤号が白米を主食としたのに対して米麦混合食(麦めし)を主食として提供し、脚気予防効果を確かめようとした。介入研究は人体実験であり、現在の倫理基準から判断すると実施が承認されることはない研究であったが、麦めしを搭載した筑波号は333人の乗組員を載せて龍驤号と同じ航路で287日の航海をおこなった。航海中に14人が脚気に罹患したが、1名の死亡者も出さずに帰国している(表2)。高木兼寛が行った疫学研究は介入研究であり、ヒト集団(海軍の船員)における、「航海中に白米を食べたヒト集団」と「航海中に麦めしを食べたヒト集団」を比較して、「航海中に麦めしを食べたヒト集団」は脚気の罹患率や死亡率が低いことを見出した。高木兼寛の発見もJohn Snowの発見と同様に、メカニズムについては何も語れなかったことから、脚気病原菌説を信じる陸軍の軍医たちから信用される発見とはならなかったが、海軍の脚気罹患率を劇的に減少させ、高木兼寛の介入研究後である1885年の海軍における脚気の発生率は、0.6%になっている。

この状況を再び「鬼に金棒」に例えると、高木兼寛の研究結果(疫学研究の結果)が「鬼」であり、この鬼はまだ金棒を持っていない鬼である。しかしながら、この鬼がいるだけで、「海軍のみなさん(なぜかは不明ですが)、白米ばかりを食べていると脚気になる可能性が高いことがわかりました。だから、白米に

麦をまぜた麦飯を食べましょう」というメッセージを発信することが可能となる。そして、脚気の罹患率を（ある程度）予防することが可能となる。また、金棒（メカニズムの解明）の研究をしている科学者に対しては「メカニズムの研究をしているみなさん、見つけるのは脚気菌ではありません。麦の中にある何かです」と伝えて、メカニズム研究を後押しすることになる。John Snowの発見と同様に高木兼寛の発見が改めて脚光を浴びたのは、高木兼寛が麦飯の効果を発見してから相応の年月が経過してからである。まず1910年にGerrit Grijnsが麦から「抗脚気因子」を発見する。そして、1912年にCasimir Funkがこの抗脚気因子を「ビタミン」と命名する。さらに、Christiaan Eijkmanが抗脚気因子（ビタミン）によって脚気を予防する研究でノーベル生理学・医学賞を受賞することになる。ビタミンの発見は正に「鬼に金棒」であり、「みなさん、麦を食べていれば脚気にならないことがわかりました。麦にはビタミンB1が含まれているからです。だから、脚気予防のためのビタミンB1が含まれている食品。例えば、小麦粉を炒めてつくったカレーライスを食べましょう」というメッセージとなって脚気から私たちを守っているのである。蛇足ではあるが、「(日本式)カレーライスの元祖は横須賀」というのは本当である。

V 現場の研究を学会や論文で発表するために

医学の分野では疫学的研究手法が頻繁に利用されており、新薬と従来薬や新たな治療法と従来の治療法の治療効果が比較され、より治療効果が大きい薬や治療法が臨床現場で使用されている。しかしながら、スポーツ栄養学分野では疫学的研究手法が利用されることは少ないのが現状である。スポーツ栄養学の現場にはさまざまなヒト集団があり、これらの現場では「いったい本当はどっちがいいんだろうか?」といった疑問や、長年の現場の経験や勘から「この方法が良い」といった、「論」に根拠を持った確信（言い換えれば「証拠」のない確信）がたくさんあると思われる。これらの現場の知見が学会や論文の場で議論されることが少なかった理由の一つは、スポーツ栄養学、あるいは栄養学の分野に疫学的手法が普及しておらず、現場のひとたちが現場の疑問や知見をどのように研究していくかについての科学的的方法論を持ち合わせていなかったからかも知れない。ここでは、疫学的研究手法を学ぶ方法のいくつかを紹介する。

1. 独学する（読書）

独学に適した書籍として、「わかりやすいEBNと栄養疫学 (ISBN-13: 978-4810313161)」、「楽しい疫学 (ISBN-13: 978-4260016698)」、「はじめて学ぶやさし

い疫学 (ISBN-13: 978-4524243990)」を紹介する。いずれも、書籍のタイトルどおり「わかりやすく」、「楽しく」、「やさしい」疫学の教科書である。さらに、「統計学が最強の学問である (ISBN-13: 978-4478022214)」と「学力の経済学 (ISBN-13: 978-4799316856)」も紹介したい。これらの書籍は、タイトルが「統計学」や「経済学」となっているため、疫学と異なる分野の書籍と感じる人が多いと思われるが、両書籍の基本的な部分は疫学の考え方を紹介している書籍であり、いずれもベストセラーとなった読みやすい本である。

2. 独学する（eラーニング）

独学に適したeラーニングとしては「ICR臨床研究入門 (https://www.icrweb.jp/icr_index.php)」がある。このサイトはスマートフォンアプリもあり、さまざまな分野の講義が無料で視聴可能である。さらに、分野が偏ってしまうが、動脈硬化予防啓発センターの「循環器病予防eラーニング講座 (<http://www.doumyaku-c.jp/elearning/JACD/no32-seminar.html>)」についても無料で疫学を学習することが可能なeラーニングサービスである。

3. 学会やセミナーに参加する

スポーツと疫学に関する学会としては「日本運動疫学会 (<http://jaee.umin.jp/>)」がある。学会の主なテーマは「身体活動と健康」であるが、身体活動・運動分野の疫学的研究手法を学ぶ場としては最も適した学会である。また、日本運動疫学会が開催している「運動疫学セミナー (<http://jaee.umin.jp/seminar.html>)」は、毎年夏に2泊3日で開催されており、このセミナーに参加して（みんなと楽しく）疫学的研究手法を学ぶことも可能である。疫学全般を学ぶ学会としては「日本疫学会」がある。学会大会の初日に開催される半日のセミナーなど、年間を通じてさまざまなセミナーが開催されており、興味があるテーマのセミナーに参加することが可能である (<https://jeaweb.jp/activities/seminars/index.html>)。また、日本循環器予防学会 (<http://www.jacd.info/>) が主催する「日本循環器予防セミナー」というセミナーも疫学的研究手法を学ぶことが可能である。こちらは4泊5日の本格的な泊まり込みのセミナーであることや、医学系のセミナーであることから疫学の基本がおおよそ理解できた時点で、さらに疫学を詳しく知りたい場合に参加を検討すればよいと思われる。

VI おわりに

本総説では、「研究と実践」でスポーツ栄養学の科学的基盤がより盤石になるよう、現場の疑問や知見を研究につなげていくためのヒントとして「疫学研究」

を紹介した。疫学研究は特殊な測定装置や血液検査の実施を必要としない、「比較」を基本とする研究である。疫学的研究手法を学ぶことによって現場で簡単に研究が可能となることから、疫学に興味を持っていた、そして、疫学を学んでいただき、日本スポーツ栄養学会や日本スポーツ栄養研究誌で現場の疑問とその解決方法を紹介していただきたいと考えている。

利益相反

本研究内容に関して利益相反は存在しない。

参考文献

- 1) 澤田 亨：疫学的研究手法の活用, 体育の科学, 65, 815-818 (2015)
- 2) 澤田 亨：スポーツ疫学, 中京大学体育研究所紀要, 31, 49-52 (2017)
- 3) 澤田 亨：根拠に基づくトレーニング科学, *JATI*, 47, 16-17 (2015)
- 4) Snow, J.: On the mode of communication of cholera (1855), John Churchill, London
- 5) Sugiyama, Y., Seita, A.: Kanehiro Takaki and the control of beriberi in the Japanese Navy, *J. R. Soc. Med.*, 106, 332-334 (2013)
- 6) Takaki, K.: On the preservation of health amongst the personnel of the Japanese Navy and Army., *Lancet*, 167, 1369-1374 (1906)

Review

Basic concept of research in the sports nutrition field

Susumu SAWADA

Faculty of Sport Sciences, Waseda University

ABSTRACT

This review introduces the basic concept of epidemiological study, which is a field-oriented study method, for members of the Japan Sports Nutrition Association who support athletes in the field. Epidemiology is conducted using epidemiological study methods such as cohort studies or intervention studies, and these are practical methods born to improve on-site problems and issues.

There are only two conditions necessary for conducting an epidemiological study: “There is something I want to know in the field” and “There is a human group that participates in your study”. Since epidemiology is not aimed at elucidating the mechanism, no measurement is required to do that, and studying epidemiological methods based on “comparison” makes it possible to conduct research easily in the field.

Keywords: epidemiology, nutritional epidemiology, observational study, intervention study