

医療の Cost-Benefit Analysis

—BCG 接種の費用と効果—

遠藤 昌 一

結核予防会結核研究所

青木 国 雄

愛知県がんセンター研究所疫学部

受付 昭和 47 年 5 月 13 日

COST-BENEFIT ANALYSIS OF MEDICARE*

—BCG Vaccination—

Shoichi ENDO and Kunio AOKI

(Received for publication May 13, 1972)

Cost and Benefit of BCG vaccination was analysed during 1958 to 1978 in Japan.

The reduction of active cases of tuberculosis during the study period was estimated by simulation analysis using our epidemetric model of tuberculosis which was already reported in 1970, under the condition that the present tuberculosis control programme including BCG vaccination was continued (Schedule A), or that BCG vaccination programme was stopped and the protective power of previous BCG became null at 1958 and the other tuberculosis control programme was the same as Schedule A. For Schedule A, the protective power of BCG was 50% and fell by one percent per year for the study period.

At the end of 1978, 270 thousands cases of tuberculosis might have been saved, and altogether 4.17 millions person-years might be reduced during 20 years of the study period.

The costs of BCG vaccination and medicare for one case was calculated from the annual expenditure for tuberculosis in all Japan, for 1958 to 1970 and estimated during 1971 to 1978 provided that their cost increased at 5% for year.

Total cost of BCG vaccination was estimated 9.6 billions yen until 1978 and the saving in expenditure of the medicare for 270 thousands active cases totalled 4.17 millions person-years costs 325.9 billions yen which did not include the indirect cost of medicare and the loss of production.

Even if BCG vaccination costs ten times as high as the present estimate, vaccination would have been a very profitable investment.

医療問題は際限がなく、GNP の 5% に達しても満足すべき状態とは考えられていない現在、最小の費用で最大の効率を考える Cost-Benefit¹⁾ の検討が急がれるところである。

著者らは先にシステム分析によりわが国の結核まん延状況と将来予測を検討²⁾ し、現行結核政策の 1 つの柱であった BCG 接種が結核減少に果たした大きな役割について報告したが、この BCG 接種に要した費用と結核患

* From the Research Institute of Tuberculosis, Japan Anti-Tuberculosis Association, Kiyose-shi, Tokyo 180-04 Japan.

者減少による医療費の節約について、医療の Cost-Benefit の関係を検討しようとした。

研究 方法

結核有病者数の年次変化は、先に報告した疫学モデルを用いたシステム分析²⁾ を利用し、現行政策が続けられた場合と、BCG 接種が全く実施されず過去の効果も零になった場合を設定して computer により計算した。使用した資料は前報と同じく大部分結核実態調査結果を利用し、一部人口動態統計によつた。parameter は昭和 33 年から 43 年までは前報と全く同じであり、昭和 28 年から 33 年については同じ方法で推定した。

なお、昭和 33 年時点で、国民の 38.2% が BCG 接種を受けており、これが 1958 年までに結核減少に及ぼした影響は小さくないと考えられるが、本研究が昭和 33 年を基点として分析を開始したので、それ以前の影響はないものとし、33 年以降の患者減少を目安に検討した。

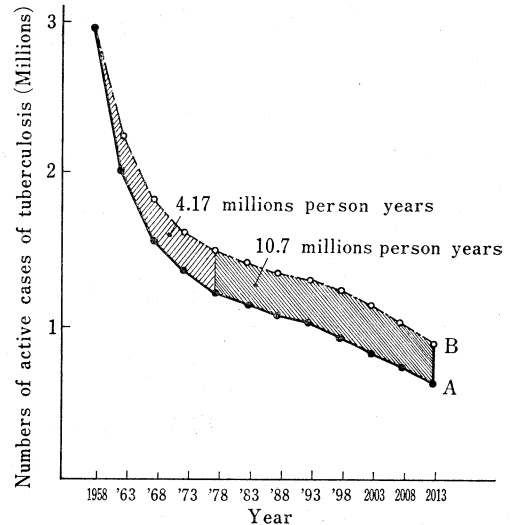
BCG 接種件数および単価は、昭和 34~45 年までは厚生省結核予防課の資料によつたが、単価はそれ以前は物価の推移を考慮し表 1 のごとく推計し、昭和 46~53 年までは単価が年 5% ずつ上昇するものとして推定した。年間に要した BCG の費用は上記単価に件数を乗じて算出し、昭和 45 年まで年率 5% の利子を付加して、

Table 1. Cost of BCG Vaccination during 1951 to 1970

Year	*Numbers of BCG vaccin.	*Cost per vaccin. (Yen)	Total cost of BCG vaccin. (Thousand yen)	Interest per year 5%	Estimated cost of BCG vaccin. including interest at the year of 1970
1951	14, 210	15	213, 150	2. 53	538, 822
1952	10, 338	15	155, 070	2. 41	373, 409
1953	8, 126	15	121, 890	2. 29	279, 494
1954	6, 620	15	99, 300	2. 18	216, 841
1955	6, 094	15	91, 410	2. 08	190, 041
1956	6, 433	16	102, 928	1. 98	203, 900
1957	6, 690	17	113, 730	1. 89	214, 495
1958	6, 697	18	120, 546	1. 80	216, 501
1959	6, 279	20	125, 580	1. 71	214, 867
1960	6, 346	21	133, 260	1. 63	217, 090
1961	5, 590	23	128, 570	1. 55	199, 412
1962	5, 410	25	135, 250	1. 48	199, 900
1963	5, 061	29	146, 769	1. 41	206, 504
1964	4, 605	31	142, 755	1. 34	191, 292
1965	4, 829	33	159, 357	1. 28	203, 340
1966	4, 681	35	163, 835	1. 22	199, 223
1967	4, 524	85	384, 540	1. 16	445, 297
1968	5, 215	90	469, 350	1. 10	516, 285
1969	5, 621	92	517, 130	1. 05	542, 989
1970	5, 546	93	515, 778	1. 00	515, 778
Total	128, 915		4, 040, 206		5, 885, 479

* Division of Control of Tuberculosis, Ministry of Health and Welfare, Japan.

Fig. 1 Reduction of Prevalence of Tuberculosis attributed to BCG Vaccination



A : The present TB control programmes will be continued in the future.
 B : Supposing that BCG vaccination was stopped and protected power of BCG is 0 in 1958~1978.

昭和 45 年現在の価格に訂正し比較した。件数は昭和 46~53 年までは、毎年 500 万件ずつ実施されたと仮定し単価を乗じて算出した。

結核医療費については、昭和 44 年までは厚生省結核予防課の資料²⁾によつたが、その後は昭和 45 年度末の活動性登録患者数 68 万人を同年結核医療費で除した年間患者 1 人当り 16.9 万円を基準とし、以後毎年 5% の割で上昇するものとして各年度を計算した。年度末活動性患者数は 44 年以降の患者減少傾向が図 1 の A と平行して減少するものとして計算し、各年度の医療患者数とし、患者 1 人当りの医療費を乗じて年間の結核医療費とした。

結 果

図 1 に示すごとく、A-line は昭和 33 年から 88 年までの現行政策を続けた場合の有病者の減少を示し、B-line は BCG 接種がなかつた場合の患者減少の推移である。A と B で囲まれた部分が BCG 接種によつて減少した活動性患者と考え、昭和 53 年までに 27 万人に達し、累計すると 417 万人年となり、昭和 88 年までには実に 1, 487 万人年の患者が罹病をまぬかれたことになる。

表1は BCG 接種に要した費用を示してある。BCG 接種件数は、昭和 26 年 1,421 万件、27 年 1,033.8 万件で以後漸減し、36 年以降は 500 万件前後であり変りはない。1 件当りの単価は前述したごとくであり、接種に要した経費は、26~45 年までの 18 年間で 40 億 4,020 万 6 千円となる。これを 45 年現在の価格に訂正するため、年率 5% の利子を付加して計算すると、58 億 8,548 万円となる。46 年以降は、研究方法の項で述べたごとくに算出すると、47 億 6,350 万円となり、

45 年の価格に訂正すると 37 億 4,916.8 万円となつた (表 2)。昭和 26 年から 53 年までに要した費用は 45 年現在値で 96 億 3,464.7 万円となる (図 2)。

表 3 は昭和 33 年以降の医療費と BCG 接種により減少したと考えられる患者の医療費の節約分を計算したも

Table 2. Cost of BCG Vaccination during 1971 to 1978

Year	Numbers of BCG vaccin. (Thousand)	Cost per vaccin. (Yen)	Total cost of BCG vaccin. (Thousand yen)	Interest per year (5%)	Estimated cost of BCG vaccin. including interest at the year of 1970
1971	5,000	97.7	488,500	.95	464,075
1972	5,000	102.5	512,500	.9025	462,531
1973	5,000	107.5	538,500	.8574	461,709
1974	5,000	113.1	565,500	.8145	460,600
1975	5,000	118.8	594,000	.7738	459,637
1976	5,000	131.0	655,000	.7351	481,490
1977	5,000	137.5	687,500	.6984	480,150
1978	5,000	144.4	722,000	.6634	478,975
Total	40,000		4,763,500		3,749,168

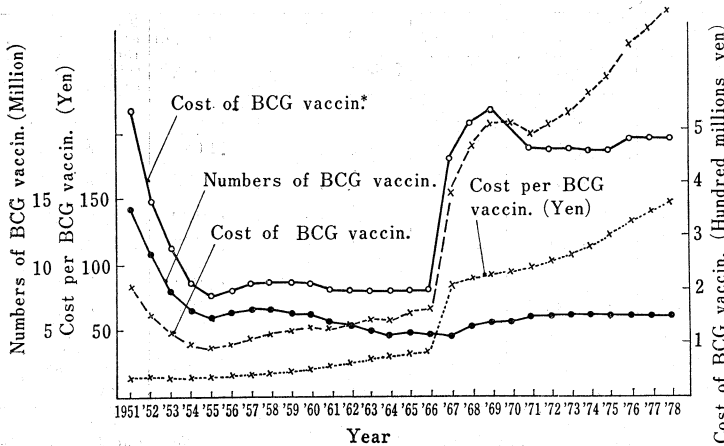
のである。結核医療費は昭和 33 年度が 646 億であつたが漸次増加し、39 年には 1,000 億を越し、43~45 年はおおよそ 1,200 億円となつている。医療費の節約分は表中 B/A のごとく BCG 接種が行われなかつた場合の患者数を、現行政策が続けられた場合の患者数で除した

Table 3. Estimated Cost of Medicare Saved by Reduction in Number of Tuberculosis Patients Attributed to BCG Vaccination

Year	Active cases at the end of year	Cost of medicare per person per year	Cost of medicare for tuberculosis per year (A') (Billion yen)	Numbers of prevalence of tuberculosis without BCG Numbers of prevalence of tuberculosis with BCG B/A	Estimated cost of medicare without BCG (B') (Billion yen)	A'-B' (Billion yen)	Ratio	Estimated cost of medicare saved by BCG (Billion yen)
1958			64.6	1.00	64.6	0		
1959			69.2	1.013	70.1	0.9	1.71	1.5
1960			74.9	1.03	77.3	2.3	1.63	3.7
1961			81.4	1.05	85.5	4.1	1.55	6.4
1962			85.3	1.07	91.3	6.0	1.48	8.9
1963			95.1	1.09	103.7	8.6	1.41	12.1
1964			108.5	1.11	120.4	11.9	1.34	15.9
1965			110.7	1.11	122.9	12.2	1.28	15.6
1966			112.1	1.13	126.7	14.6	1.22	17.8
1967			114.1	1.14	130.1	16.0	1.16	18.5
1968			118.7	1.16	137.7	19.0	1.10	20.9
1969			124.6	1.165	145.2	20.6	1.05	21.6
1970	68	16.9*	114.9	1.186	136.3	21.4	1.00	21.4
								164.3
1971	65	17.7	115.0	1.179	135.6	20.6	.95	19.6
1972	64	18.6	119.0	1.192	141.9	22.9	.90	20.6
1973	62	19.5	120.9	1.194	144.4	23.5	.86	20.1
1974	60	20.5	123.0	1.202	147.9	24.9	.81	20.3
1975	59	21.5	126.9	1.206	153.0	26.1	.77	20.2
1976	58	22.6	131.1	1.214	159.2	28.1	.74	20.7
1977	56	23.7	132.7	1.219	161.8	29.1	.70	20.3
1978	54	24.7	134.4	1.222	164.2	29.9	.66	19.8
								161.6

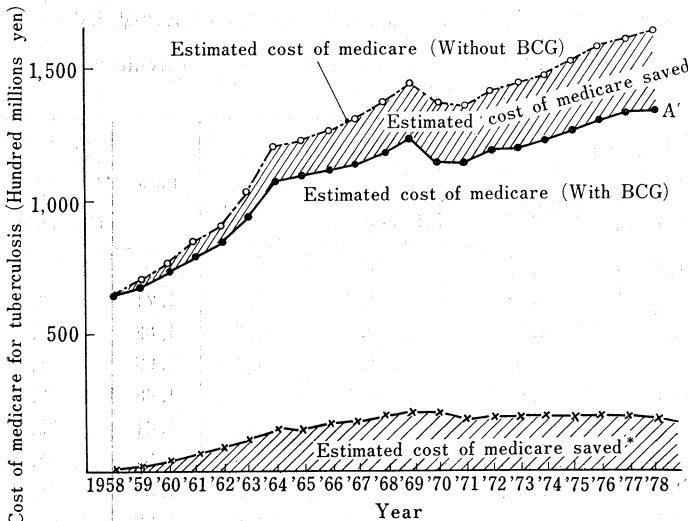
* Cost was corrected by material price in 1970. Increase rate of material price was estimated as 5% per year.

Fig. 2. Cost of BCG Vaccination during 1951 to 1978



* Cost was corrected by material price in 1970.

Fig. 3. Estimated Cost of Medicare Saved by Reduction in Number of Tuberculosis Patients Attributed to BCG Vaccination



* Cost was corrected by material price in 1970.

Table 4. Cost of BCG Vaccination in the Present Tuberculosis Control Programme and Estimated Cost of Medicare for Tuberculosis Saved by BCG Vaccination

Year	Cost of BCG* vaccination (Million)	Cost of medicare for tuberculosis saved* (Million)
~1970	5,900	164,300
1971~1978	3,700	161,600
Total	9,600	325,900

* Cost was corrected by material price in 1970.

係数を、各年度の結核医療費 (A') に乗じて求め (B'), B'-A' の差を節約分とした。これも年率 5% の利子を付加して 45 年の現在値に訂正した。すなわち、1,643 億円の医療費が節約しえたことになる。昭和 46~53 年

も下段のごとくで 1,616 億円の節約となつた。図 3 の斜線の部分が BCG により節約できた医療費を示している。

表 4 は、現行政策の BCG 接種に要した費用と、それによつて節約できた結核医療費を要約したものである。BCG 接種に要した費用 96 億円に比べ節約できた結核医療費は、3,259 億円にのぼり非常に経済効率のよい対策であつたことがわかる。

考 案

この分析の問題点としては、BCG 保護効率を全期間 50%、失効率を年間 1% としたが予防接種は疾病の感染率、発病率によつてかなり変化するものであり、この辺の検討が必要と考える。ただし BCG の効果が主として患者の少ない若年層に強いので全体の患者数にはさほど影響は与えてないと思われる。

昭和 33 年を基点としたため、昭和 26 年から 1 億 3,000 万件に及ぶ予防接種がなされてきたが、その影響は当然 33 年の有病率に大きく表れていると思われるが、これを無視せざるをえなかつた。

BCG の件数当りの費用は厚生省の資料によつたが、これは結核予防法のベースでの費用であり、実際に開業医家にまかせた場合には数倍の費用となることも考慮せねばならない。接種件数についても、届出のなかつた会社、工場等の団体分も全くの少数例ではな

いことは考慮に入れねばならない。

患者の減少はシステム分析を用いて、BCG 効果が零とした計算によつて算出された数値であるが、これがすべて BCG 接種のみとみなしてよいかは問題がないわけではない。しかし、昭和 40 年以前は、BCG 保護率を低めの 50%、失効率を 5 年間 5% と見積つてあるのでそれほど大きな差はないかもしれない。

結核医療費は登録患者に対する公費負担金、保険者負担金、患者負担金の合計であり、非登録患者は含まれていないので実際はもう少し大きいものかもしれない。

以上のことを考慮し、かりに BCG 接種費用が 96 億の 10 倍要したとしても、さらに結核医療費が 2/3 になつたにしてもなおこの期間に 1,000 億の Benefit があつたわけである。

昭和54年以降については、BCGの単価、医療費の予測が困難であり、推計をひかえたがこれを加えると利益はさらに大きくなる。この医療費は直接医療費のみを上げてあるが、罹病に伴う間接医療費、休業、労働能力の低下による損失、精神心理的な損失を加えなければならないわけであり、これらのcost計算の方法論の開発が急がれるところである。

以上予防接種はCost-Benefitの立場からは非常に効率の高いものといえる。Waal³⁾はMuscogeeにおけるBCGのCost-Benefitの研究から結核有病率が非常に低くなつた地域においても十分投資に価する効率高い対策といつている。しかしBCGは効果の出現に相当の年月を要する欠点がある。化学療法、外科療法は高価ではあるが短期間に問題を解決してくれるだけに、Revelle⁴⁾の試みたごとく現実の場ではどの方策が最適かを検討し決定することが必要となろう。与えられた財源で最も効果的に患者減少をはかるCost-Benefit研究が急がれるところである。

結 論

BCG接種に要した費用と、患者減少によつて節約できた医療費を算出し、その経済的効率を検討しようとした。

BCGによる患者減少数は疫学モデルを用いたシステム分析により計算した。

BCG接種に要した費用は、昭和26年から53年までで、45年現在の価格で96億円、一方患者減少により節約できた結核医療費は3,259億円と推計され、BCG接種は非常に経済効率の高い予防対策と考えられる。

引 用 文 献

- 1) 青木国雄・大谷元彦：Cost-Benefit Analysis, オペレーションズ・リサーチ, 17:17, 1972.
- 2) 遠藤昌一・青木国雄：日本における結核症まん延のシステム分析, 結核, 46:99, 昭46.
- 3) Waaler, H.Th.: Cost-Benefit Analysis of B. C. G. Vaccination in Various Epidemiological Situations WHO/TB/Techn. Information/68.61.
- 4) Revelle, C.S.: The Economic Allocation of Tuberculosis Control Activity in Developing Nations "Doctoral Dissertation, Cornell University" 1967.

参 考 文 献

- 結核予防会：結核年報, 1966~68.
厚生統計協会：国民衛生の動向, 厚生指標, 昭33~45.