

日本の疾病負担と障害調整生存年 (DALY)

福田 吉治*¹ 長谷川 敏彦*² 八谷 寛*³ 田端 航也*⁴

I はじめに

障害調整生存年 (Disability-Adjusted Life Year: DALY) は、ハーバード大学のMurrayらが、世界銀行の要請により行ったGlobal Burden of Disease (GBD) 研究の中でWHOと共同で開発した健康指標である¹⁾²⁾。この研究は、地域や国単位での疾病による負担 (Burden of Disease: BOD) を定量的に捉えることや国際間でBODを比較することを可能にした。各国の疾病負担 (National Burden of Disease: NBD) の測定ツールとしてDALYが算出され、主として健康政策の意思決定と傷病の優先順位の決定に利用されている^{3)~6)}。DALYは死亡と障害をひとつの単位で測定した国際比較可能な指標を導入したという点で健康政策や国際保健の分野に大きなインパクトを与えた。DALYについては後述するように問題点もあるが^{7)~10)}、非致死性傷病を含めた疾病負担を測定する画期的かつ有効な方法と考える。

従来から、疾病負担を定量化するための尺度として、死亡率に加えて早期損失生存年齢 (Potential Year of Life Lost: PYLL) や質調整生存年数 (Quality-Adjusted Life Year: QALY) などが利用されてきた¹¹⁾。PYLLは、ある目標年齢未満での死亡、つまり早期死亡により損失された年数を積分したもので、死亡による負担のみを示す¹²⁾。一方、異なる医療技術や政策の経済的評価のための統一的尺度として考案

されたQALYは、生活の質を考慮した生存年を測定する指標で、1970年から盛んに利用されている¹³⁾。DALYは、これらの指標を総括的に改良したもので、年齢による重み付けがなされ、死亡のみならず非致死性傷病 (障害) を含めて単一の数値でその傷病の負担を示すことができるなどの特徴を持つ。

GBD研究で用いられた原法通りにDALYを算出するためには、性・年齢死亡数と各傷病による罹患数、罹患期間、罹患による健康問題の程度等の情報と、この情報や疾病モデルの整合性について専門家の合意を得る必要がある。これらの情報を正確に把握することは現時点では困難であるため、わが国で過去に行われたDALYの測定はいくつかの傷病に限定したものにとどまっている^{14)~16)}。今回、われわれは、Murrayらの協力を得て、DALYを用いてほぼすべての傷病領域における日本の疾病負担の算出を行った。DALY算出の考え方とGBD研究の概略、そして1993年における日本の疾病負担の算出結果を報告する。

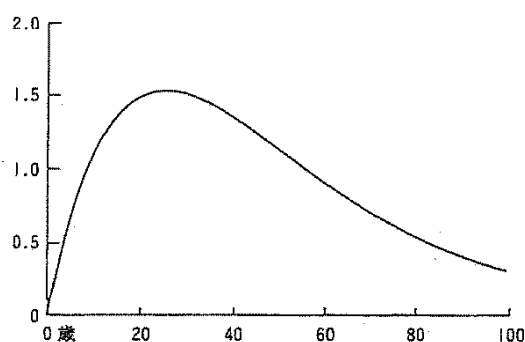
II 方 法

(1) DALY算出方法

DALYは、早死による生命損失年数 (Years of Life Lost: YLL) と障害による相当損失年数 (Years Lived with a Disability: YLD) の総和によって求められる。(1)早死損失年数、

* 1 国立医療・病院管理研究所医療政策研究部研究員 * 2 同部長
* 3 名古屋大学医学部公衆衛生学大学院 * 4 東京工業大学大学院

図1 DALYでの年齢による重み付け



注 文献2)より

(2)生存年数の社会的価値(年齢による重み付け)、(3)時間割引、(4)非致死的健康結果(障害)の重み付けを手順として、以下の式によってDALYは計算される。

$$x = a + L$$

$$\int D Cx \exp(-\beta x) \exp\{-r(x-a)\}$$

$$x = a$$

$Cx \exp(-\beta x)$ は、年齢による重み付けを表す。Murrayらは、 $\beta=0.04$ 、つまり、25(=1/0.04)歳での1年間の価値が最も高いとしている(図1)²⁾。 $\exp\{-r(x-a)\}$ は時間割引を示し、Murrayらは、 $r=0.03$ 、年率3%としている²⁾。 a は障害発生時点または死亡時点、 L は障害の持続時間または死亡時点での期待寿命を表す。 D は、対象傷病による障害の重み付けである。完全な健康の場合 $D=0$ 、死亡の場合 $D=1$ とし、各傷病の障害度は専門家によるデルファイ法によって7段階に分類されている(表1)²⁾。

つまり、DALYは、発生数および死亡数、発生または死亡の年齢、罹患期間、傷病の重さによって規定される。この算出方法はGBD研究の原法であるが、わが国ですべての傷病に関してこれらの情報を把握するのは困難であるため、以下の手順にてDALYの算出を行った。

(2) 死亡統計およびその補正

国際疾病分類第9版(ICD-9)の4桁分類による1993年の人口動態統計の個票を用いて性・年齢階級(5歳ごと)に死亡数を算出した。

表1 YLL算出における損失年数

(単位 年)

	男性	女性
0歳	33.01	33.12
10	37.47	37.62
20	35.02	35.24
30	29.62	29.92
40	23.32	23.74
50	17.12	17.69
60	11.48	12.22
70	6.69	7.48
80	3.27	3.76

注 文献2)より

表2 障害の重み付け

障害度	重み付け	該当する健康状態
1	0.00-0.02	顔面の白斑、低身長(2SD以下)
2	0.02-0.12	水様性下痢、重度咽頭痛、重度貧血
3	0.12-0.24	とう骨折によるギブス固定、不妊、勃起不全、関節リウマチ
4	0.24-0.36	膝下切断、聴力完全喪失
5	0.36-0.50	直腸腫瘍、軽度精神発達遅滞
6	0.50-0.70	うつ病性障害、視力完全喪失、片麻痺
7	0.70-1.00	活動性精神病、痴呆、重度偏頭痛、四肢麻痺

注 文献2)より

MurrayらがアメリカのDALY算出で用いた対応表を用いて、ICD-9(4桁)からGBD傷病分類への変換を行った。GBD傷病分類は、表3に示すように、3つの大分類(I:感染症、産科的、周産期、栄養障害、II:非感染疾患、III:損傷)と、さらに約140の傷病に区別されている(表3では一部省略)。なお、いわゆるごみ箱診断(garbage code)とされる心不全、心室性不整脈、全身性動脈硬化、診断不明確な心疾患及び合併症は、Murrayらの補正式を用いて²⁾、虚血性心疾患への死亡数の補正を行った。

(3) YLL算出

YLLの算出にあたり、理想的な平均寿命はGBD研究と同じく男性80.0歳、女性82.5歳とした²⁾。性・年齢階級別(5歳ごと)に、年齢による重み付けと3%の時間割引を考慮した各階級における係数(表2)²⁾を死亡数に乗じて、各傷病ごとのYLLを算出した。

(4) YLD算出

YLDは、先進国(Established Market Economies; EME)では各傷病による死亡と障害の負担の比が一定であるという仮定に基づき、MurrayらがGBD研究で算出したEMEの各傷病の性・年齢階級別の「YLD対YLL比」を先に求めたYLLを乗じて算出した。ただし、YLD/YLL比が10を超えるものは、YLL(死亡)からYLD(障害)を推計できないと考え、GBD研究のEMEにおける各傷病の性・年齢階級別の「人口対YLD比」に日本の階級別人口(1993年)を乗じて算出した。

以上の方法にて算出したYLLとYLDの総和がDALYである。

Ⅲ 結 果

各傷病別の算出結果を表3に示した。男性のYLLの総数は423万YLLであり、女性は285万YLLであった。全傷病のYLDは、男性で301万YLD、女性で267万YLDであった。全傷病のDALYは、男女合わせて1276万DALYであった。

YLLの男女別の上位12傷病を表4に示した。男性では脳血管疾患が第1位で、虚血性心疾患、自殺、胃がん、肺がん、下気道感染、交通事故、肝がんが続く。女性では脳血管疾患が第1

表3 1993年における日本の疾病負担

(単位 千)

	DALY 合計	YLL		YLD	
		男性	女性	男性	女性
全 疾 患	12 759.4	4 233.4	2 845.5	3 008.7	2 671.8
I 感染症、産科、周産期	929.1	378.4	270.0	88.3	192.4
A. 感染症および寄生虫症	225.7	85.0	54.5	32.1	54.1
1. 結核	42.3	28.3	11.1	2.0	0.9
2. HIV以外の性行為感染症	97.9	28.4	11.5	3.3	54.6
B. 呼吸器感染症	463.6	246.7	174.4	16.5	26.0
1. 肺炎	427.2	243.5	171.7	5.6	6.3
2. 上気道感染症	13.7	3.1	2.7	3.1	4.7
C. 産科	39.1	-	2.9	-	36.2
D. 周産期に伴う	76.0	36.8	29.1	5.0	5.1
E. 栄養障害	140.7	9.7	9.1	46.8	75.1
1. 蛋白質・エネルギー欠乏	19.1	2.2	1.0	12.2	3.8
2. 鉄欠乏性貧血	100.4	0.1	0.3	30.5	69.5
II 非感染性腫瘍	10 535.9	3 145.2	2 305.7	2 820.6	2 264.3
A. 悪性腫瘍	2 577.3	1 329.9	909.6	210.5	127.3
1. 口・食性腫瘍	38.8	24.8	8.5	4.0	1.5
2. 胃	82.1	66.2	10.2	4.6	1.1
3. 大腸	498.9	272.2	164.0	42.5	20.3
4. 肝臓	328.6	144.3	116.5	36.8	31.0
5. 肺	282.5	208.3	61.2	10.5	2.5
6. 膵臓	138.3	75.0	53.2	6.4	3.8
7. 子宮	382.6	257.8	95.6	19.5	9.7
8. 卵巣	114.5	-	99.4	-	15.0
9. 前立腺	52.5	-	48.1	-	4.5
10. 乳がん	50.9	-	47.2	-	3.7
11. 子宮頸がん	35.6	23.9	-	11.7	-
12. 前立腺	87.6	46.6	33.6	4.2	3.2
13. 白血病	93.7	50.3	38.3	2.9	2.2
B. 他	211.9	42.1	31.6	64.9	73.2
C. 糖尿病	225.7	45.3	37.7	81.2	61.6
D. 精神・神経疾患	138.4	26.7	22.0	40.9	48.7
E. うつ病	3 565.8	59.2	47.4	1 737.0	1 722.3
1. うつ病	1 021.1	0.1	0.2	349.1	671.7
2. 双極性感情障害(躁うつ病)	253.1	0.1	0.1	126.3	126.8
3. 精神分裂症	321.1	1.4	1.0	166.1	152.5
4. アルコール関連障害	669.9	1.6	0.0	564.4	103.8
5. アルツハイマー病・痴呆症	95.6	6.1	8.9	26.8	53.7
6. 薬物関連障害	207.5	0.0	0.0	155.7	51.8
F. 感覚器疾患	16.1	0.0	0.1	6.1	10.0
G. 循環器疾患	2 449.5	1 126.4	924.2	223.6	175.3
1. 虚血性心疾患	542.1	301.0	193.7	31.9	15.5
2. 脳血管疾患	1 078.0	388.2	358.2	185.2	146.4
a. 脳出血	589.9	212.5	176.5	116.9	84.0
b. 脳梗塞	488.1	175.6	181.7	68.3	62.4
H. 呼吸器疾患	570.8	137.9	78.6	215.4	138.9
1. 慢性閉塞性肺疾患	102.4	38.2	16.6	33.6	13.9
2. 喘息	218.4	33.0	23.3	88.5	73.6
I. 消化器疾患	636.7	247.8	119.0	160.2	109.8
2. 消化性潰瘍	35.5	16.4	9.1	7.5	2.4
3. 肝臓	254.7	147.7	51.2	41.0	14.8
J. 泌尿器疾患	237.4	66.7	63.3	68.3	39.1
1. 腎臓	126.0	61.7	56.2	4.6	3.5
2. 前立腺	25.4	0.6	0.0	24.9	0.0
K. 皮膚病	9.8	1.6	2.3	2.1	3.8
L. 筋骨格系疾患	681.6	8.2	23.4	207.5	442.5
1. 関節リウマチ	150.2	2.7	9.6	28.7	109.2
2. 変形性関節症	458.3	0.0	0.1	169.2	289.0
M. 先天奇形	167.6	53.1	46.4	36.4	31.7
N. 口腔疾患	132.0	0.1	0.1	61.1	70.8
III 損傷	1 440.0	709.8	269.7	295.9	164.6
A. 不慮の事故	934.9	422.9	142.4	250.9	118.6
1. 交通事故	439.1	235.2	74.5	92.8	36.6
B. 故意の事故	460.8	286.9	127.2	28.1	18.5
1. 自殺	420.8	273.4	118.6	13.6	15.2

位で、虚血性心疾患、下気道感染、胃がん、自殺、大腸がんの順であった。

男女を合計したDALYの上位24疾患を表5に示した。1位は悪性腫瘍、2位は脳血管疾患、3位はうつ病性障害、4位はアルコール関連障害、5位は虚血性心疾患であった。これら上位24疾患が、全傷病のDALYに占める割合は約80%であった。

IV 考 察

Murrayらは、世界的に重要性の高い傷病に関して、1990年時点におけるDALYを算出した¹⁾²⁾¹⁷⁾。世界を8つの地域（先進国、欧州の旧社会主義国、インド、中国、他のアジア・島嶼地域、サハラ以南アフリカ、ラテンアメリカ・カリブ海地域、中東）に区分し、性別・年齢階級別に、罹患率、有病率、障害の程度を推測することで、各地域別のDALYを算出している。

その結果、途上国では感染症が全体のBODの

約40%を占め、単に死亡数で比較した場合よりも大きな負担であるとともに、予防や治療の費用対効果が高いことが示され、これらの国での感染症対策の重要性をあらためて認識させることとなった¹⁸⁾。

また、喫煙、経済成長、教育などの健康問題の規定要因と有病率の関係から、2000年、2010年、2020年における各地域のDALYを予測した²⁾¹⁹⁾。表6に示すように、全世界のDALYは、1990年では下気道感染、下痢性疾患、周産期疾患が上位を占めるが、2020年には虚血性心疾患が第1位で、その他うつ病性障害、交通事故、脳血管疾患が上位になると予測された。さらに、低栄養、水・衛生環境、性行為、たばこ、アルコール等の危険因子ごとのDALYへの寄与を算出している（表7）²⁰⁾。

世界銀行がWHOとの共同でGBD研究を行った背景には、医療資源の効率的な資源配分決定の必要性があったものと思われる。すなわち、地域さらに国ごとのBODを求め、それらの可変性と費用対効果を考慮することで、健康政策の意思決定に利用しようというものである³⁾。以

表4 YLLの上位12傷病（性別）

順位	男 性		女 性	
	傷 病 名	YLL	傷 病 名	YLL
1	脳血管疾患	388.2	脳血管疾患	358.2
2	虚血性心疾患	301.0	虚血性心疾患	193.7
3	自殺	273.4	下気道感染	171.7
4	胃がん	272.2	胃がん	164.0
5	肺がん	257.8	自殺	118.6
6	下気道感染	243.5	大腸がん	116.5
7	交通事故	235.2	乳がん	99.4
8	肝がん	208.3	肺がん	95.6
9	肝硬変	147.7	交通事故	74.5
10	大腸がん	144.3	肝がん	61.2
11	他の外傷	95.5	腎炎・腎不全	56.2
12	肝臓がん	75.0	脾臓がん	53.2

表5 DALY 上位24傷病

順位	男 性		女 性	
	傷 病 名	DALY	傷 病 名	DALY
1	悪性腫瘍	2 577.3	躁うつ病	253.1
2	脳血管疾患	1 078.0	糖尿病	225.7
3	うつ病性障害	1 021.1	喘息	218.4
4	アルコール関連障害	669.9	他の新生物	211.9
5	虚血性疾患	542.1	薬物関連障害	207.5
6	変形性関節症	458.3	先天性奇形	167.6
7	交通事故	439.1	慢性関節リウマチ	150.2
8	下気道感染	427.2	転落	140.8
9	自殺	420.8	栄養・内分泌疾患	138.4
10	精神分裂病	321.1	口腔疾患	132.0
11	他の外傷	266.3	腎炎・腎不全	126.0
12	肝硬変	254.7	慢性閉塞性肺疾患	102.4

表6 1990年と2020年のDALY上位10傷病（全世界）

順位	1990年	2020年
1	下気道感染症	虚血性心疾患
2	下痢性疾患	うつ病性障害
3	周産期疾患	交通事故
4	うつ病性障害	脳血管疾患
5	虚血性心疾患	慢性閉塞性肺疾患
6	脳血管疾患	下気道感染
7	結核	結核
8	麻疹	戦争
9	交通事故	下痢性疾患
10	先天奇形	HIV

注 文献2)より

表7 危険因子の疾病負担への寄与（全世界）

危険因子	死亡(×10 ⁴)	DALY(×10 ⁶)
低栄養	5 881(11.7%)	219.6(15.9%)
水・衛生環境	2 668(5.3%)	93.4(6.8%)
性行為	1 095(2.2%)	48.7(3.5%)
たばこ	3 038(6.0%)	36.2(2.6%)
アルコール	774(1.5%)	47.7(3.5%)
職業	1 129(2.2%)	37.9(2.7%)
高血圧	2 918(5.8%)	19.1(1.4%)
運動	1 991(3.9%)	13.7(1.0%)
不正薬物使用	100(0.2%)	8.5(0.6%)
大気汚染	568(1.1%)	7.3(0.5%)

注 文献20)より

来、DALYはメキシコ、イングランド、中国などで国や地域のBODの測定に利用されている^{4)~6)}。また、QALYやPYLLに代替して、健康介入の経済的分析を行う研究も散見される²¹⁾。

一方で、DALYに対する批判的な論評も少なくない^{7)~10)}。まず、傷病による障害を死亡に換算することへの抵抗は大きい。第2に、年齢に対する重み付けに関して、Murrayらは25歳の1年が他の年齢に比較してもっとも重いとしているが、いかなる年齢でも同一の価値とすべき、あるいは各地域により最も重い年齢は異なるという批判がある。第3に、障害の程度の評価である。QALYと異なり、DALYは専門家による障害の程度の評価いわゆるデルファイ方式に基づいており、専門家による一方的な評価に対する批判と同時に客観性に対する疑問がある。また、特に高齢者に多いと予想される重複した障害の評価も課題のひとつである。さらに、DALYの大きさそのものが傷病の優先性を直接示すわけではなく、可変性と介入の効率を考慮しなければならないという解釈の問題が残されている。

DALY測定におけるもっとも困難な点は、傷病による発生数や罹患期間の見積もりである。一般的に、これらの資料として、国レベルの統計や、それぞれの専門家による疫学的データを用いることが多い。しかし、多くの場合必ずしも整合性のある数字が示されないため、MurrayらはDISMODと呼ばれる疾病モデルのソフトを用いてもっとも合理的な統計量を推測している³⁾。

今回の算定の問題点として、まずYLDの算出が挙げられる。先進国(EME)では「YLD対YLL比」あるいは「人口対YLD比」が等しいという仮定のもとにYLDを算出したため、過小または過大に評価されている可能性がある。今回の推計での脳血管疾患のYLD/YLLは約0.6であるが、日本の脳血管疾患におけるYLD/YLLは2~3という報告がある¹⁴⁾。逆に、DALY値で上位に位置したうつ病性障害、アルコール関連障害、あるいは薬物関連障害は過大に算出されている可能性もある。

第2の問題は、死亡数の補正である。Murrayらは、複数の国の複数年での死亡統計により、いわゆるごみ箱診断から虚血性心疾患への補正式を求めている²⁾。しかし、これらの統計値の中で日本ははずれ値にあたり、彼らの補正式を日本にそのまま当てはめることは必ずしも妥当ではないと思われる。虚血性心疾患など、日本でも問題とされるごみ箱診断の補正にはわが国独自の方法論が求められる。また、今回のGBD傷病分類はアメリカの主要な傷病をもとにしているが、日本で死亡数の多い胆道がんなど、いくつかの傷病を傷病区分に加える必要があろう。

こうしたいくつかの課題はあるが、今回の結果として非常に興味深い示唆が得られた。わが国の健康政策は、もっぱら生活習慣病である心臓病、がん、脳血管疾患が主要なターゲットとなっている。これは主に死亡統計にもとづいた優先性と思われる。1993年での死因と死亡率(人口10万対)は、悪性新生物(190.4)、心疾患(145.6)、脳血管疾患(96.6)の3大疾患が群を抜き、以下、肺炎及び気管支炎(65.0)、不慮の事故(28.0)、老衰(18.7)、自殺(16.6)、腎炎・ネフローゼ(14.9)、慢性肝疾患(13.6)、糖尿病(8.3)と続く。しかしながら、DALYでみた場合、交通事故や自殺などは部位別の主要ながんにも匹敵し、死亡統計では上位に位置しないメンタルヘルスや筋骨格系疾患がわが国の疾病負担の大きな部分を占める。また、虚血性心疾患、肺がん、自殺、交通事故などでは、男性は女性に比較して非常に大きな値を示していることも注目すべきである。

先に述べたように、DALY値の大きさが直接的な優先性を示すわけではなく、可変性や費用対効果の検討という点で課題も残されているが、DALYは疾病負担の算出と健康政策の意思決定において今後ますます利用価値の高いものになるであろう。

V 最後

DALYを用いて日本における疾病負担を推定した。精神疾患、筋骨格系疾患、外傷などに

よる疾病負担も悪性腫瘍、脳血管疾患、虚血性疾患とならび上位に位置した。DALYは、有病状態を考慮し非致死性障害と死亡を共通のスケールで評価するという本来の目的を理解することで非常に利用価値の高い指標になりうると思われる。ただし、方法論上の課題もあり、特に障害部分であるYLDを既存の統計や資料を用いてより正確に算出する方法を確立することが望まれる。また、DALYは主に国レベルがそれ以上の健康政策の意思決定に有効なツールとされてきたが、国内の健康政策の分析等に関する有効性についても今後検討すべきである。

本研究は、平成10年度がん克服新10カ年戦略研究「がん諸対策の評価指標と手法に関する研究」(主任研究者 長谷川敏彦)および平成10年度厚生科学研究「健康日本21の基本概念と推進手段に関する研究」(主任研究者 長谷川敏彦)の一部として行われたものである。なお、本研究の一部は第69回日本衛生学会にて報告した。

Christopher J. L. Murray, Catherine M. Michaudら(Harvard Center for Population and Development Studies)の研究協力に感謝する。

参考文献

- 1) World Bank : World Development Report 1993 : Investing in Health. Oxford University Press. New York 1993
- 2) Murray CJ, Lopez AD : The Global Burden of Disease. Harvard University Press. Cambridge 1996
- 3) Murray CJ, Lopez AD : The utility of DALYs for public health policy and research : a reply. Bull of WHO 1997 ; 75 : 377-81
- 4) Yang GH, Huang ZJ, Tan J : Priority of disease control in China. Chung-Hua Liu Hsing Ping Hsueh Tsa Chik Chinese Journal of Epidemiology 1996 ; 17 : 199-202
- 5) Lozano-Ascencio R, Frenk-Mora J, Gonzales-Block MA : Burden of disease in the aged, Mexico. Salud Publica de Mexico 1996 ; 38 : 419-29
- 6) Bowie C, Beck S, Raftery J, Silerton F, Stevens A : Estimating the burden of disease in an England region. J Public Health Medicine 1997 ; 19 : 87-92
- 7) Barendregt JJ, Bonneux L, Van der Maas PJ : DALYs : the age-weights on balance. Bull of WHO 1996 ; 74 : 439-43
- 8) Sayers BM, Fiedner TM : The critique of DALYs : a counter-reply. Bull of WHO 1997 ; 75 : 383-4
- 9) Anand S, Hansen K : Disability-Adjusted Life Years : a critical review. J Health Economy 1997 ; 16 : 685-702
- 10) Ugald A, Jackson JT : The World Bank and international Health policy : a critical review. J Int Health 1995 ; 7 : 525-41
- 11) Robin JM : Measuring the burden of disease. Lancet 1998 ; 352 : 757-8
- 12) Romeder JM, McWhinnie JR : Potential Years of Lost between ages 1 and 70 : an indicator of premature mortality for health planning. Int J Epidemiol 1977 ; 6 : 143-51
- 13) Weinstein MC, Stason WB : Foundation of cost effective analysis for health and medical practice. N Engl J Med 1977 ; 269 : 1977
- 14) 鈴木一夫 : Disability-Adjusted Life Year の概念と日本におけるDALY Lost について, 東北脳血管障害懇話会18回学集記録 1996. 15-8
- 15) 池田俊也, 濱崎ちさと : わが国における胃癌の障害調整生存年(DALY). 日本衛生学雑誌 1997 ; 189 : 52-60
- 16) 池田俊也, 田端航也 : わが国における障害調整生存年(DALY). 医療と社会 1998 ; 8 : 83-98
- 17) Murray CL, Lopez AD : Mortality by cause for eight regions of World Global Burden of Disease Study. Lancet 1997 ; 349 : 1269-76
- 18) 門司和彦, 堀口逸子, 山本太郎 : 世界の健康問題と今後の国際保健. 保健の科学 1997 ; 39 : 300-6
- 19) Murray CL, Lopez AD : Alternative projection of mortality and disability by cause 1990-2020 : Global Burden of Disease Study. Lancet 1997 ; 349 : 1498-504
- 20) Murray CJ, Lopez AD : Global mortality, disability, and the contribution of risk factors : Global Burden of Disease Study. Lancet. 1997 ; 349 : 1436-42
- 21) Shepard DS : Economic analysis of investment priorities for measles control. J Infect Dis 1994 ; 170 Suppl 1 : S56-62