

# Life table method 與 Kaplan-Meier method 的不同之處?

劉嘉樺

存活分析是研究某個群體在某特定時間起經過一段時間的觀察追蹤，直到特定事件的發生，即探討事件發生所需的時間(time to event)。

存活分析中常用的分析方法若按照使用參數與否可分為三類，參數法、半參數法及非參數法。若是樣本適合某種分配，則可採用參數法，常用的參數方法有指數分配、Weibull 分配和 Gompertz 分配模式；半參數方法指的是 Cox 比例風險模型；非參數法表示當被研究事件沒有很好的參數模式可以配適時，通常可以採用非參數方法研究它的生存特徵，常用的方法包括 Life-table method 和 Kaplan-Meier method。

Life-table method 與 Kaplan-Meier method 有何差異？Life-table method 常用來表示存活情形，多用固定間隔來設定區間，例如：以每一年或每一月為固定間隔。Kaplan-Meier method 又可稱 Product-limit method，則是用來估計存活曲線，以每一個事件發生時間點與設限點(censoring)來設定區間，較適用於一般臨床相關研究。在蒐集存活資料時，有時無法確切的記錄所感興趣事件所發生的時間，此現象稱之為設限(censoring)，造成設限的原因可能是在進行資料分析時所關切的事件尚未發生；也可能因受測者失去聯絡或中途離開研究。

在 SAS 中，計算存活函數的語法如下：

```
PROC LIFETEST < options >;  
  BY variables ;  
  FREQ variable </ option >;  
  ID variables ;  
  STRATA variable <(list)> <... variable <(list)>> </ options >;  
  TEST variables ;  
  TIME variable <* censor(list)> </ option >;  
  WEIGHT variable ;
```

PROC LIFETEST 最簡單的用法是用非參數法估計樣本存活時間的生存函數。在這種情況下，僅需要 PROC LIFETEST 和 TIME。PROC LIFETEST 語法中，除 TIME 外的所有語法都是可選的，且 PROC LIFETEST 之後的語法沒有要求的順序。主要指令說明如下：

- STRATA：指定要分層的變項。
- TIME：指定時間變項乘以事件變項(設限符號)。
- TEST：指定共變數。

在 PROC LIFETEST 語法中，可用的選項設定還有很多，Life-table method 與 Kaplan-Meier method 該如何設定呢？利用非參數估計中的 METHOD 來指定計算存活函數的方式，METHOD=LT 指

Life-table 的估計、METHOD=KM 指 Kaplan-Meier 的估計。若在沒有設定 METHOD 的情況下，一般 SAS 會內建為 METHOD=KM。

### SAS 範例 72.3 中，患有絞痛的男性生命表估計

本例中的數據來自 Lee ( 1992 · p91 )，代表患有絞痛的男性的生存率，生存時間以診斷開始的年數來計算，共分成 16 個時間間格。根據數據構造三個變數：Years、Censored(1 表示 censored，0 表示 event)與 Freq。

```

title 'Survival of Males with Angina Pectoris';
data Males;
  keep Freq Years Censored;
  retain Years -.5;
  input fail withdraw @@;
  Years + 1;
  Censored=0;
  Freq=fail;
  output;
  Censored=1;
  Freq=withdraw;
  output;
  datalines;
456  0 226 39 152 22 171 23 135 24 125 107
83 133 74 102 51 68 42 64 43 45 34 53
18 33 9 27 6 23 0 30
;
ods graphics on;
proc lifetest data=Males method=lt intervals=(0 to 15 by 1)
  plots=(s,ls,lls,h,p);
  time Years*Censored(1);
  freq Freq;
run;

ods graphics off;

```

	Years	Censored	Freq
1	0.5	0	456
2	0.5	1	0
3	1.5	0	226
4	1.5	1	39
5	2.5	0	152
6	2.5	1	22
7	3.5	0	171
8	3.5	1	23
9	4.5	0	135
10	4.5	1	24
11	5.5	0	125
12	5.5	1	107
13	6.5	0	83
14	6.5	1	133
15	7.5	0	74
16	7.5	1	102
17	8.5	0	51
18	8.5	1	68
19	9.5	0	42
20	9.5	1	64
21	10.5	0	43
22	10.5	1	45
23	11.5	0	34
24	11.5	1	53
25	12.5	0	18
26	12.5	1	33
27	13.5	0	9
28	13.5	1	27
29	14.5	0	6
30	14.5	1	23
31	15.5	0	0
32	15.5	1	30

### 重要指令說明：

- ✓ method=lt：指定 Life-table method 為計算存活函數的方式。
- ✓ plots=(s,ls,lls,h,p)：依指定函數和時間繪製圖形，可用 PLOTS=ALL 代替。在 Life-table method 中 PLOTS=ALL 等同於 PLOTS=(SURVIVAL LOGSURV LOGLOGS DENSITY HAZARD)；在 Kaplan-Meier method 中 PLOTS=ALL 等同於 PLOTS=(SURVIVAL LOGSURV LOGLOGLS HAZARD)。
- ✓ intervals=(0 to 15 by 1)：在 Life-table method 中，指定時間的端點，都必須是非負數。

Life Table Survival Estimates												
Interval		Number Failed	Number Censored	Effective Sample Size	Conditional Probability of Failure	Conditional Probability Standard Error	Survival	Failure	Survival Standard Error	Median Residual Lifetime	Median Standard Error	
[Lower,	Upper)											
0	1	456	0	2418.0	0.1886	0.00796	1.0000	0	0	5.3313	0.1749	
1	2	226	39	1942.5	0.1163	0.00728	0.8114	0.1886	0.00796	6.2499	0.2001	
2	3	152	22	1686.0	0.0902	0.00698	0.7170	0.2830	0.00918	6.3432	0.2361	
3	4	171	23	1511.5	0.1131	0.00815	0.6524	0.3476	0.00973	6.2262	0.2361	
4	5	135	24	1317.0	0.1025	0.00836	0.5786	0.4214	0.0101	6.2185	0.1853	
5	6	125	107	1116.5	0.1120	0.00944	0.5193	0.4807	0.0103	5.9077	0.1806	
6	7	83	133	871.5	0.0952	0.00994	0.4611	0.5389	0.0104	5.5962	0.1855	
7	8	74	102	671.0	0.1103	0.0121	0.4172	0.5828	0.0105	5.1671	0.2713	
8	9	51	68	512.0	0.0996	0.0132	0.3712	0.6288	0.0106	4.9421	0.2763	
9	10	42	64	395.0	0.1063	0.0155	0.3342	0.6658	0.0107	4.8258	0.4141	
10	11	43	45	298.5	0.1441	0.0203	0.2987	0.7013	0.0109	4.6888	0.4183	
11	12	34	53	206.5	0.1646	0.0258	0.2557	0.7443	0.0111	.	.	
12	13	18	33	129.5	0.1390	0.0304	0.2136	0.7864	0.0114	.	.	
13	14	9	27	81.5	0.1104	0.0347	0.1839	0.8161	0.0118	.	.	
14	15	6	23	47.5	0.1263	0.0482	0.1636	0.8364	0.0123	.	.	
15	.	0	30	15.0	0	0	0.1429	0.8571	0.0133	.	.	

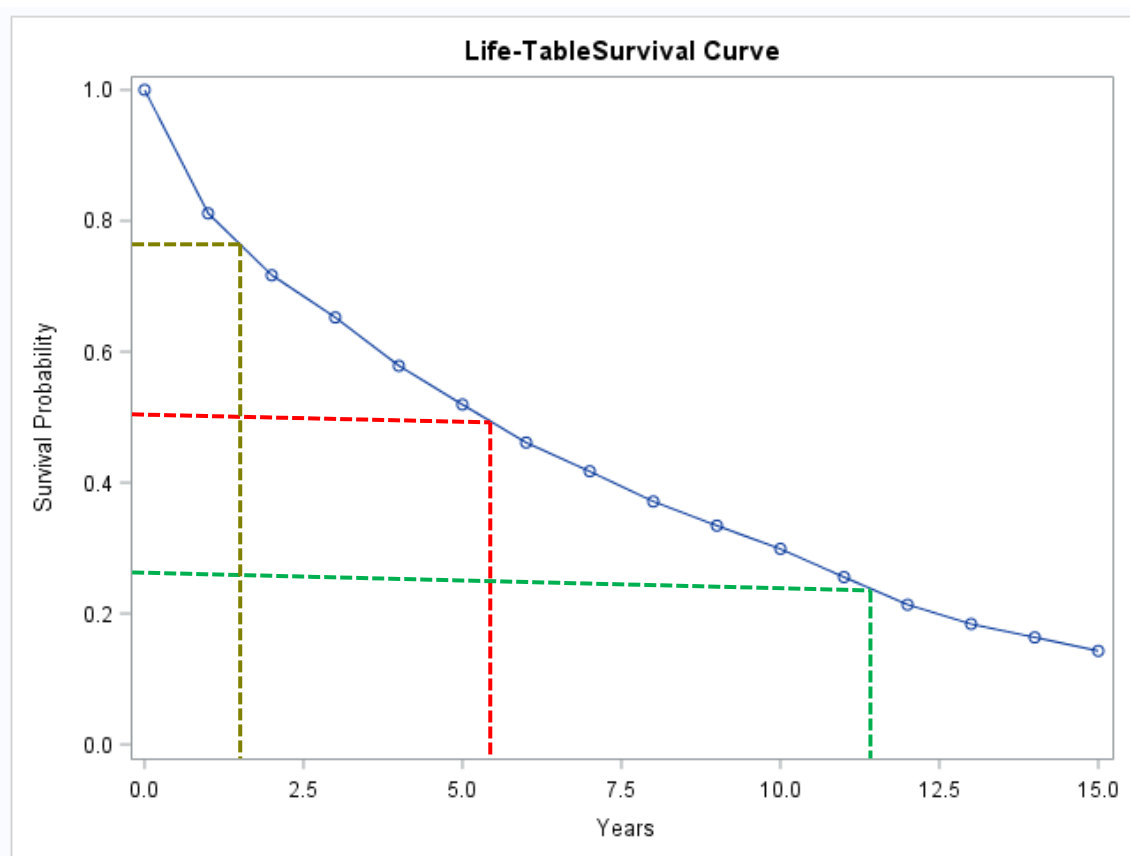
Life Table Survival Estimates					
Interval		Evaluated at the Midpoint of the Interval			
[Lower,	Upper)	PDF	PDF Standard Error	Hazard	Hazard Standard Error
0	1	0.1886	0.00796	0.208219	0.009698
1	2	0.0944	0.00598	0.123531	0.008201
2	3	0.0646	0.00507	0.09441	0.007649
3	4	0.0738	0.00543	0.119916	0.009154
4	5	0.0593	0.00495	0.108043	0.009285
5	6	0.0581	0.00503	0.118596	0.010589
6	7	0.0439	0.00469	0.1	0.010963
7	8	0.0460	0.00518	0.116719	0.013545
8	9	0.0370	0.00502	0.10483	0.014659
9	10	0.0355	0.00531	0.112299	0.017301
10	11	0.0430	0.00627	0.155235	0.023602
11	12	0.0421	0.00685	0.17942	0.030646
12	13	0.0297	0.00668	0.149378	0.03511
13	14	0.0203	0.00651	0.116883	0.038894
14	15	0.0207	0.00804	0.134831	0.054919
15	.	.	.	.	.

Life Table 估計的結果顯示在上表中。五年存活率為 0.5193、標準誤差為 0.0103，估計的平均剩餘壽命最初為 5.33 年，在第二年開始時達到最大值 6.34 年，然後逐漸降低，其值到第七年低於最初值的 5.33 年。

Summary of the Number of Censored and Uncensored Values			
Total	Failed	Censored	Percent Censored
2418	1625	793	32.80

Note: 2 observations with invalid time, censoring, or frequency values were deleted.

由上表中，可看出事件人數與設限人數，且有 32.8% 的患者退出了研究。



上圖為 Life Table 存活函數估計值的圖表，從存活曲線中可知存活時間的中位數為 5.33 年，第 25 個百分位數和第 75 個百分位數分別為 1.04 年和 11.13 年。存活時間的中位數為 5.33 年，表示在確診 5.33 年後，仍有一半 ( 50% ) 的患者存活著。

上述範例 72.3 是利用 Life-table method 來估計存活曲線。接下來的範例 72.1 是利用 Kaplan-Meier method 來估計存活曲線。存活曲線通常是用階梯狀的線條連接，但在 SAS 的 Life-table method 中，存活曲線的預設是用折線來連接不同時間點的存活率。

### SAS 範例 72.1 中，*Product-Limit 估計和相關檢定*

本例的數據來自 Kalbfleisch 和 Prentice ( 1980 ) 附錄 I 中。依變數 SurvTime 代表肺癌患者的存活天數，SurvTime 的負值是設限值。共變數為 Cell ( 癌細胞類型 )、Therapy ( 治療類型：standard or test )、Prior ( 早期治療：0=no, 1=yes )、Age ( 以年為單位 )、DiagTime ( 從診斷到進入試驗的月數 ) 和 Kps ( 日常體能狀態 )。根據數值建立設限指標變數 Censor，1 表示設限時間，0 表示事件時間。由於只有兩種類型的治療，因此針對 Therapy(治療類型)建立指標變數 Treatment，0 表示 standard(標準治療)，1 表示 test(測試治療)。

```

data VALung;
  drop check m;
  retain Therapy Cell;
  infile cards column=column;
  length Check $ 1;
  label SurvTime='Failure or Censoring Time'
        Kps='Karnofsky Index'
        DiagTime='Months till Randomization'
        Age='Age in Years'
        Prior='Prior Treatment?'
        Cell='Cell Type'
        Therapy='Type of Treatment'
        Treatment='Treatment Indicator';
  M=Column;
  input Check $ @@;
  if M>Column then M=1;
  if Check='s'|Check='t' then input @M Therapy $ Cell $ ;
  else input @M SurvTime Kps DiagTime Age Prior @@;
  if SurvTime > .;
  censor=(SurvTime<0);
  SurvTime=abs(SurvTime);
  Treatment=(Therapy='test');
  datalines;
standard squamous
  72 60 7 69 0 411 70 5 64 10 228 60 3 38 0 126 60 9 63 10
118 70 11 65 10 10 20 5 49 0 82 40 10 69 10 110 80 29 68 0
314 50 18 43 0 -100 70 6 70 0 42 60 4 81 0 8 40 58 63 10
144 30 4 63 0 -25 80 9 52 10 11 70 11 48 10
standard small
  30 60 3 61 0 384 60 9 42 0 4 40 2 35 0 54 80 4 63 10

```

```

13 60 4 56 0 -123 40 3 55 0 -97 60 5 67 0 153 60 14 63 10
59 30 2 65 0 117 80 3 46 0 16 30 4 53 10 151 50 12 69 0
22 60 4 68 0 56 80 12 43 10 21 40 2 55 10 18 20 15 42 0
139 80 2 64 0 20 30 5 65 0 31 75 3 65 0 52 70 2 55 0
287 60 25 66 10 18 30 4 60 0 51 60 1 67 0 122 80 28 53 0
27 60 8 62 0 54 70 1 67 0 7 50 7 72 0 63 50 11 48 0
392 40 4 68 0 10 40 23 67 10

```

standard adeno

```

8 20 19 61 10 92 70 10 60 0 35 40 6 62 0 117 80 2 38 0
132 80 5 50 0 12 50 4 63 10 162 80 5 64 0 3 30 3 43 0
95 80 4 34 0

```

standard large

```

177 50 16 66 10 162 80 5 62 0 216 50 15 52 0 553 70 2 47 0
278 60 12 63 0 12 40 12 68 10 260 80 5 45 0 200 80 12 41 10
156 70 2 66 0 -182 90 2 62 0 143 90 8 60 0 105 80 11 66 0
103 80 5 38 0 250 70 8 53 10 100 60 13 37 10

```

test squamous

```

999 90 12 54 10 112 80 6 60 0 -87 80 3 48 0 -231 50 8 52 10
242 50 1 70 0 991 70 7 50 10 111 70 3 62 0 1 20 21 65 10
587 60 3 58 0 389 90 2 62 0 33 30 6 64 0 25 20 36 63 0
357 70 13 58 0 467 90 2 64 0 201 80 28 52 10 1 50 7 35 0
30 70 11 63 0 44 60 13 70 10 283 90 2 51 0 15 50 13 40 10

```

test small

```

25 30 2 69 0 -103 70 22 36 10 21 20 4 71 0 13 30 2 62 0
87 60 2 60 0 2 40 36 44 10 20 30 9 54 10 7 20 11 66 0
24 60 8 49 0 99 70 3 72 0 8 80 2 68 0 99 85 4 62 0
61 70 2 71 0 25 70 2 70 0 95 70 1 61 0 80 50 17 71 0
51 30 87 59 10 29 40 8 67 0

```

test adeno

```

24 40 2 60 0 18 40 5 69 10 -83 99 3 57 0 31 80 3 39 0
51 60 5 62 0 90 60 22 50 10 52 60 3 43 0 73 60 3 70 0
8 50 5 66 0 36 70 8 61 0 48 10 4 81 0 7 40 4 58 0
140 70 3 63 0 186 90 3 60 0 84 80 4 62 10 19 50 10 42 0
45 40 3 69 0 80 40 4 63 0

```

test large

```

52 60 4 45 0 164 70 15 68 10 19 30 4 39 10 53 60 12 66 0
15 30 5 63 0 43 60 11 49 10 340 80 10 64 10 133 75 1 65 0
111 60 5 64 0 231 70 18 67 10 378 80 4 65 0 49 30 3 37 0

```

;

ods graphics on;

proc lifetest data=VALung plots=(s(test),ls,lls) outtest=Test maxtime=600;

time SurvTime\*Censor(1);

id Therapy;

strata Cell;

test Age Prior DiagTime Kps Treatment;

run;

ods graphics off;

	Type of Treatment	Cell Type	Failure or Censoring Time	Karnofsky Index	Months till Randomizati	Age in Years	Prior Treatment?	Treatmen Indicator	censo
1	standard	squa	72	60	7	69	0	0	0
2	standard	squa	411	70	5	64	10	0	0
3	standard	squa	228	60	3	38	0	0	0
4	standard	squa	126	60	9	63	10	0	0
5	standard	squa	118	70	11	65	10	0	0
6	standard	squa	10	20	5	49	0	0	0
7	standard	squa	82	40	10	69	10	0	0
8	standard	squa	110	80	29	68	0	0	0
9	standard	squa	314	50	18	43	0	0	0
10	standard	squa	100	70	6	70	0	0	1
11	standard	squa	42	60	4	81	0	0	0
12	standard	squa	8	40	58	63	10	0	0
13	standard	squa	144	30	4	63	0	0	0
14	standard	squa	25	80	9	52	10	0	1
15	standard	squa	11	70	11	48	10	0	0
16	standard	small	30	60	3	61	0	0	0
17	standard	small	384	60	9	42	0	0	0
18	standard	small	4	40	2	35	0	0	0
19	standard	small	54	80	4	63	10	0	0
20	standard	small	13	60	4	56	0	0	0

.....

	Type of Treatment	Cell Type	Failure or Censoring Time	Karnofsky Index	Months till Randomizati	Age in Years	Prior Treatment?	Treatmen Indicator	censo
124	test	aden	45	40	3	69	0	1	0
125	test	aden	80	40	4	63	0	1	0
126	test	large	52	60	4	45	0	1	0
127	test	large	164	70	15	68	10	1	0
128	test	large	19	30	4	39	10	1	0
129	test	large	53	60	12	66	0	1	0
130	test	large	15	30	5	63	0	1	0
131	test	large	43	60	11	49	10	1	0
132	test	large	340	80	10	64	10	1	0
133	test	large	133	75	1	65	0	1	0
134	test	large	111	60	5	64	0	1	0
135	test	large	231	70	18	67	10	1	0
136	test	large	378	80	4	65	0	1	0
137	test	large	49	30	3	37	0	1	0

**重要指令說明：**

- ✓ 利用 PROC LIFETEST 計算對於每種類型的癌細胞存活函數的 Product-limit 估計值，並分析變數 Age、Prior、DiagTime、Kps 和 Treatment 對患者存活率的影響。這些預後因素在 TEST 語句中指定，變數 Cell 在 STRATA 語句中指定。
- ✓ plots=(s(test),ls,lls): 製作圖形之前必須先啟用 ODS 圖形，利用 PROC LIFETEST 語句中的 PLOTS = option 來繪製所需圖形。the product-limit estimates (S)、the negative log estimates (LS)、the log of negative log estimates (LLS)。(test)指令可讓存活函數 log-rank 檢定的 p-value 顯示在圖形上。
- ✓ maxtime=600: 由於生存時間較長，因此使用 MAXTIME 600 來設置時間軸的刻度。也就是說，



在圖中，時間範圍從 0 擴展到最多 600 天。

- ✓ id Therapy : ID 指定了變數 Therapy，以 Product-limit 估計每種觀察值的治療類型。
- ✓ outtest=Test : OUTTEST 選項指定檔名 Test 為輸出數據。

Stratum 1: Cell Type = adeno

Stratum 2: Cell Type = large

Product-Limit Survival Estimates						
SurvTime	Survival	Failure	Survival Standard Error	Number Failed	Number Left	Therapy
0.000	1.0000	0	0	0	27	
3.000	0.9630	0.0370	0.0363	1	26	standard
7.000	0.9259	0.0741	0.0504	2	25	test
8.000	.	.	.	3	24	standard
8.000	0.8519	0.1481	0.0684	4	23	test
12.000	0.8148	0.1852	0.0748	5	22	standard
18.000	0.7778	0.2222	0.0800	6	21	test
19.000	0.7407	0.2593	0.0843	7	20	test
24.000	0.7037	0.2963	0.0879	8	19	test
31.000	0.6667	0.3333	0.0907	9	18	test
35.000	0.6296	0.3704	0.0929	10	17	standard
36.000	0.5926	0.4074	0.0946	11	16	test
45.000	0.5556	0.4444	0.0956	12	15	test
48.000	0.5185	0.4815	0.0962	13	14	test
51.000	0.4815	0.5185	0.0962	14	13	test
52.000	0.4444	0.5556	0.0956	15	12	test
73.000	0.4074	0.5926	0.0946	16	11	test
80.000	0.3704	0.6296	0.0929	17	10	test
83.000	*	.	.	17	9	test
84.000	0.3292	0.6708	0.0913	18	8	test
90.000	0.2881	0.7119	0.0887	19	7	test
92.000	0.2469	0.7531	0.0850	20	6	standard
95.000	0.2058	0.7942	0.0802	21	5	standard
117.000	0.1646	0.8354	0.0740	22	4	standard
132.000	0.1235	0.8765	0.0659	23	3	standard
140.000	0.0823	0.9177	0.0553	24	2	test
162.000	0.0412	0.9588	0.0401	25	1	standard
186.000	0	1.0000	.	26	0	test

Product-Limit Survival Estimates						
SurvTime	Survival	Failure	Survival Standard Error	Number Failed	Number Left	Therapy
0.000	1.0000	0	0	0	27	
12.000	0.9630	0.0370	0.0363	1	26	standard
15.000	0.9259	0.0741	0.0504	2	25	test
19.000	0.8889	0.1111	0.0605	3	24	test
43.000	0.8519	0.1481	0.0684	4	23	test
49.000	0.8148	0.1852	0.0748	5	22	test
52.000	0.7778	0.2222	0.0800	6	21	test
53.000	0.7407	0.2593	0.0843	7	20	test
100.000	0.7037	0.2963	0.0879	8	19	standard
103.000	0.6667	0.3333	0.0907	9	18	standard
105.000	0.6296	0.3704	0.0929	10	17	standard
111.000	0.5926	0.4074	0.0946	11	16	test
133.000	0.5556	0.4444	0.0956	12	15	test
143.000	0.5185	0.4815	0.0962	13	14	standard
156.000	0.4815	0.5185	0.0962	14	13	standard
162.000	0.4444	0.5556	0.0956	15	12	standard
164.000	0.4074	0.5926	0.0946	16	11	test
177.000	0.3704	0.6296	0.0929	17	10	standard
182.000	*	.	.	17	9	standard
200.000	0.3292	0.6708	0.0913	18	8	standard
216.000	0.2881	0.7119	0.0887	19	7	standard
231.000	0.2469	0.7531	0.0850	20	6	test
250.000	0.2058	0.7942	0.0802	21	5	standard
260.000	0.1646	0.8354	0.0740	22	4	standard
278.000	0.1235	0.8765	0.0659	23	3	standard
340.000	0.0823	0.9177	0.0553	24	2	test
378.000	0.0412	0.9588	0.0401	25	1	test
553.000	0	1.0000	.	26	0	standard

Note: The marked survival times are censored observations.

Note: The marked survival times are censored observations.



Stratum 3: Cell Type = small

Product-Limit Survival Estimates						
SurvTime	Survival	Failure	Survival Standard Error	Number Failed	Number Left	Therapy
0.000	1.0000	0	0	0	48	
2.000	0.9792	0.0208	0.0206	1	47	test
4.000	0.9583	0.0417	0.0288	2	46	standard
7.000	.	.	.	3	45	standard
7.000	0.9167	0.0833	0.0399	4	44	test
8.000	0.8958	0.1042	0.0441	5	43	test
10.000	0.8750	0.1250	0.0477	6	42	standard
13.000	.	.	.	7	41	standard
13.000	0.8333	0.1667	0.0538	8	40	test
16.000	0.8125	0.1875	0.0563	9	39	standard
18.000	.	.	.	10	38	standard
18.000	0.7708	0.2292	0.0607	11	37	standard
20.000	.	.	.	12	36	standard
20.000	0.7292	0.2708	0.0641	13	35	test
21.000	.	.	.	14	34	standard
21.000	0.6875	0.3125	0.0669	15	33	test
22.000	0.6667	0.3333	0.0680	16	32	standard
24.000	0.6458	0.3542	0.0690	17	31	test
25.000	.	.	.	18	30	test
25.000	0.6042	0.3958	0.0706	19	29	test
27.000	0.5833	0.4167	0.0712	20	28	standard
29.000	0.5625	0.4375	0.0716	21	27	test
30.000	0.5417	0.4583	0.0719	22	26	standard
31.000	0.5208	0.4792	0.0721	23	25	standard
51.000	.	.	.	24	24	standard
51.000	0.4792	0.5208	0.0721	25	23	test
52.000	0.4583	0.5417	0.0719	26	22	standard
54.000	.	.	.	27	21	standard
54.000	0.4167	0.5833	0.0712	28	20	standard
56.000	0.3958	0.6042	0.0706	29	19	standard
59.000	0.3750	0.6250	0.0699	30	18	standard
61.000	0.3542	0.6458	0.0690	31	17	test
63.000	0.3333	0.6667	0.0680	32	16	standard
80.000	0.3125	0.6875	0.0669	33	15	test
87.000	0.2917	0.7083	0.0656	34	14	test
95.000	0.2708	0.7292	0.0641	35	13	test
97.000	*	.	.	35	12	standard
99.000	.	.	.	36	11	test
99.000	0.2257	0.7743	0.0609	37	10	test
103.000	*	.	.	37	9	test
117.000	0.2006	0.7994	0.0591	38	8	standard
122.000	0.1755	0.8245	0.0567	39	7	standard
123.000	*	.	.	39	6	standard
139.000	0.1463	0.8537	0.0543	40	5	standard
151.000	0.1170	0.8830	0.0507	41	4	standard
153.000	0.0878	0.9122	0.0457	42	3	standard
287.000	0.0585	0.9415	0.0387	43	2	standard
384.000	0.0293	0.9707	0.0283	44	1	standard
392.000	0	1.0000	.	45	0	standard

Note: The marked survival times are censored observations.

Stratum 4: Cell Type = squamous

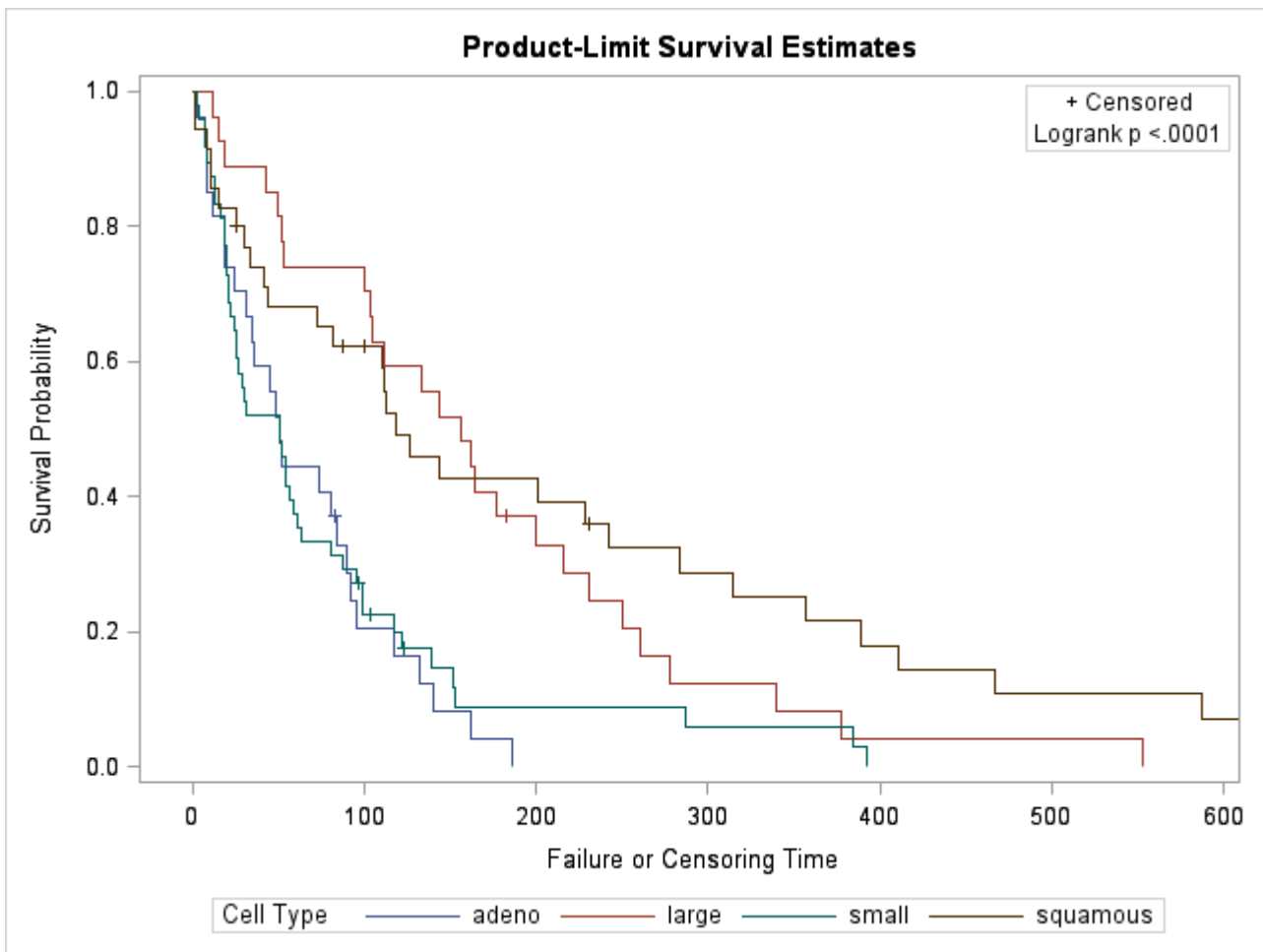
Product-Limit Survival Estimates						
SurvTime	Survival	Failure	Survival Standard Error	Number Failed	Number Left	Therapy
0.000	1.0000	0	0	0	35	
1.000	.	.	.	1	34	test
1.000	0.9429	0.0571	0.0392	2	33	test
8.000	0.9143	0.0857	0.0473	3	32	standard
10.000	0.8857	0.1143	0.0538	4	31	standard
11.000	0.8571	0.1429	0.0591	5	30	standard
15.000	0.8286	0.1714	0.0637	6	29	test
25.000	0.8000	0.2000	0.0676	7	28	test
25.000	*	.	.	7	27	standard
30.000	0.7704	0.2296	0.0713	8	26	test
33.000	0.7407	0.2593	0.0745	9	25	test
42.000	0.7111	0.2889	0.0772	10	24	standard
44.000	0.6815	0.3185	0.0794	11	23	test
72.000	0.6519	0.3481	0.0813	12	22	standard
82.000	0.6222	0.3778	0.0828	13	21	standard
87.000	*	.	.	13	20	test
100.000	*	.	.	13	19	standard
110.000	0.5895	0.4105	0.0847	14	18	standard
111.000	0.5567	0.4433	0.0861	15	17	test
112.000	0.5240	0.4760	0.0870	16	16	test
118.000	0.4912	0.5088	0.0875	17	15	standard
126.000	0.4585	0.5415	0.0876	18	14	standard
144.000	0.4257	0.5743	0.0873	19	13	standard
201.000	0.3930	0.6070	0.0865	20	12	test
228.000	0.3602	0.6398	0.0852	21	11	standard
231.000	*	.	.	21	10	test
242.000	0.3242	0.6758	0.0840	22	9	test
283.000	0.2882	0.7118	0.0820	23	8	test
314.000	0.2522	0.7478	0.0793	24	7	standard
357.000	0.2161	0.7839	0.0757	25	6	test
389.000	0.1801	0.8199	0.0711	26	5	test
411.000	0.1441	0.8559	0.0654	27	4	standard
467.000	0.1081	0.8919	0.0581	28	3	test
587.000	0.0720	0.9280	0.0487	29	2	test
991.000	0.0360	0.9640	0.0352	30	1	test
999.000	0	1.0000	.	31	0	test

Note: The marked survival times are censored observations.

上述四個表為利用 Product-limit 估計四種細胞類型的存活函數，還有一些存活時間的摘要統計。對於腺細胞、大細胞、小細胞和鱗狀細胞患者，存活時間的中位數分別為 51 天，156 天，51 天和 118 天。

Summary of the Number of Censored and Uncensored Values					
Stratum	Cell	Total	Failed	Censored	Percent Censored
1	adeno	27	26	1	3.70
2	large	27	26	1	3.70
3	small	48	45	3	6.25
4	squamous	35	31	4	11.43
<b>Total</b>		<b>137</b>	<b>128</b>	<b>9</b>	<b>6.57</b>

上表總結了四種細胞類型中，事件和設限觀測值的分佈。



上圖中呈現的是估計存活函數的圖形，腺細胞曲線和小細胞曲線比大細胞曲線或鱗狀細胞曲線彼此更接近。腺細胞患者和小細胞患者的存活率在 90 天內迅速下降到大約 29%。大細胞曲線和鱗狀細胞曲線的形狀差異很大，儘管兩者的下降速度均不及腺細胞和小細胞。鱗狀細胞曲線最初比大細胞曲線下降得更快，但在後期則相反。

## Testing Homogeneity of Survival Curves for SurvTime over Strata

Rank Statistics		
Cell	Log-Rank	Wilcoxon
adeno	10.306	697.0
large	-8.549	-1085.0
small	14.898	1278.0
squamous	-16.655	-890.0

Covariance Matrix for the Log-Rank Statistics				
Cell	adeno	large	small	squamous
adeno	12.9662	-4.0701	-4.4087	-4.4873
large	-4.0701	24.1990	-7.8117	-12.3172
small	-4.4087	-7.8117	21.7543	-9.5339
squamous	-4.4873	-12.3172	-9.5339	26.3384

Covariance Matrix for the Wilcoxon Statistics				
Cell	adeno	large	small	squamous
adeno	121188	-34718	-46639	-39831
large	-34718	151241	-59948	-56576
small	-46639	-59948	175590	-69002
squamous	-39831	-56576	-69002	165410

Test of Equality over Strata			
Test	Chi-Square	DF	Pr > Chi-Square
Log-Rank	25.4037	3	<.0001
Wilcoxon	19.4331	3	0.0002
-2Log(LR)	33.9343	3	<.0001

上表為細胞類型的同質性檢定結果，表格中包含 rank 統計值(Log-rank 與 Wilcoxon)、Log-rank 統計值的共變異數矩陣、Wilcoxon 統計值的共變異數矩陣與分層相等性的檢定。分層相等性的檢定中，提供了三種檢定方式的卡方統計量、自由度與 p-value。以上三種檢定方式均有強力證據表明：四種癌細胞的存活曲線之間存在顯著的差異 ( $p < 0.0001$ )。

## Reference

王超辰 (2018)。醫學統計學。取自：<https://wangcc.me/LSHTMLearningnote/index.html>

SAS/STAT 14.3 User's Guide, The LIFETEST Procedure : Example 72.3 Life-Table Estimates for Males with Angina Pectoris.

SAS/STAT 14.3 User's Guide, , The LIFETEST Procedure : Example 72.1 Product-Limit Estimates and Tests of Association.