

目錄

| | 頁次 |
|----------------------------------|----|
| 一、研究背景 | 2 |
| 二、資料來源 | 2 |
| 三、自變數說明 | 2 |
| 四、皮爾森相關係數 | 7 |
| 五、試一階模型 | 7 |
| 六、 Box-Cox transform | 9 |
| 七、 la_b (左心房大小)開根號後重試一階模型 | 9 |
| 八、模型選擇 | 11 |
| 九、模型比較 | 15 |
| 十、依心房顫動種類畫出散佈圖 | 17 |
| 十一、選定之一階模型 | 18 |
| 十二、追加變數圖 | 22 |
| 十三、迴歸分析診斷 | 24 |
| 十四、多重共線性診斷 | 29 |
| 十五、交互作用項 | 30 |
| 十六、結論 | 35 |
| 附註 ---- SAS 程式 | 36 |

一、研究背景

決定左心房(LA)大小的因子很多,例如 body size (indexed to a measure of body surface area), pressure and volume overload, underlying mitral valve diseases, left ventricular systolic and diastolic dysfunction, athlete, and AF (*JACC* 2006;47:p 2357-2363). 左心房擴大被認為與心房顫動的發生及治療預後有關 Prospective data for the large population-based studies have established a relationship between LA diameter and the risk of developing AF (*The Framingham Heart Study. Circulation* 1994;89:724-730). In the Cardiovascular Heart Study, LA size>50 mm (正常<38 mm) 會使心房顫動發生機率提高四倍(*Mayo Clin Proc* 2001;76:467-75).

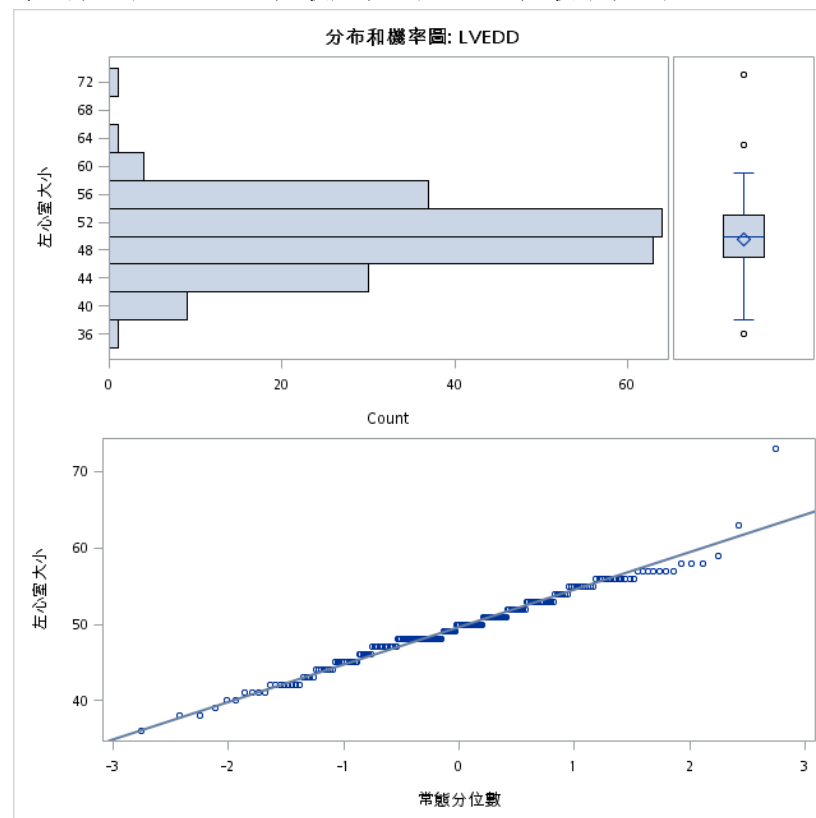
二、資料來源

林口長庚醫院心臟內科 2010/07/01~2014/10/30 因心房顫動接受電生理檢查及電燒手術治療病患基本資料。紀錄病患是否有高血壓、年齡、體重、左心房大小、左心室大小及功能、心室中膈厚度、心房顫動持續時間、二尖瓣逆流程度(輕或重)、性別、心房顫動種類(偶發性或慢性)、心房收縮量。共收集到 332 筆資料,隨機分成兩組,其中一組有 210 筆拿來做模型,另一組有 122 筆拿來做驗證。

三、自變數說明

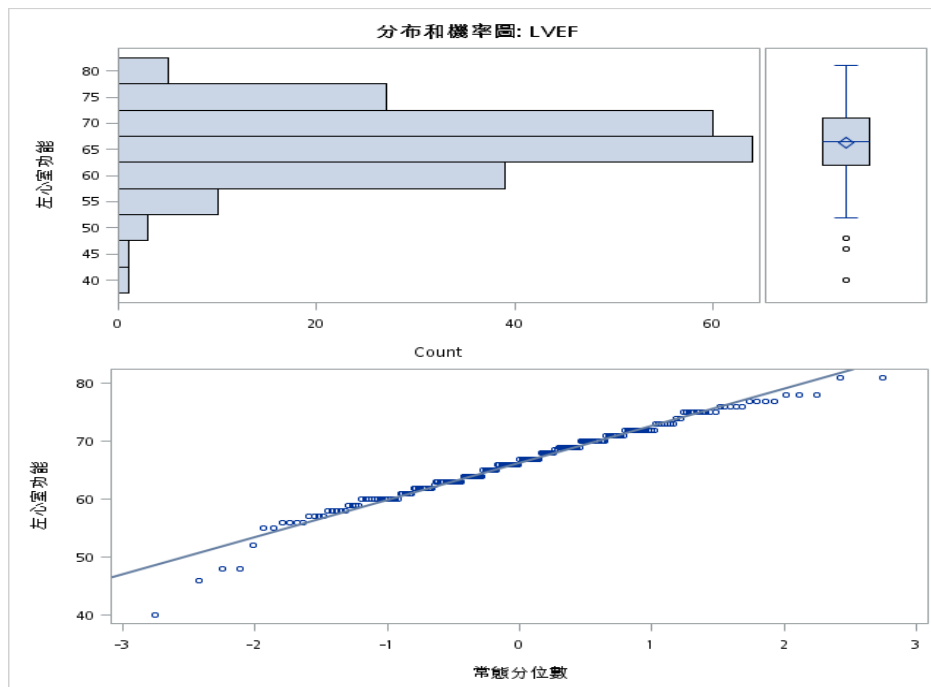
1. 左心室大小

平均值為 49.63mm, 最大值為 73mm, 最小值為 36mm.



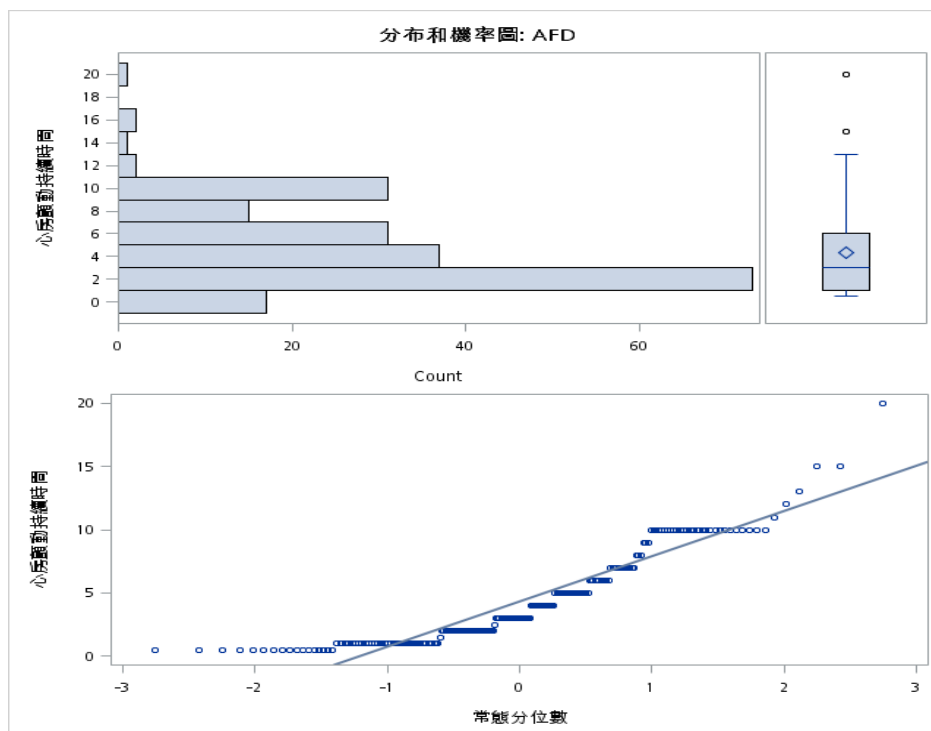
2. 左心室功能

平均值為 66%，最大值為 81%，最小值為 40%.



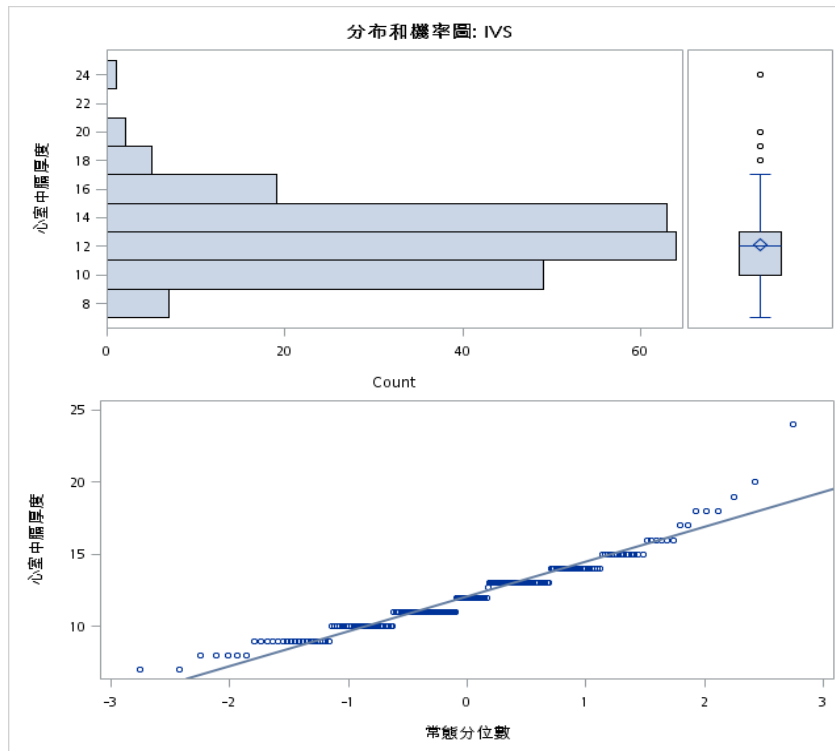
3. 心房顫動持續時間

平均值為 4.32 年，最大值為 20 年，最小值為 0.5 年



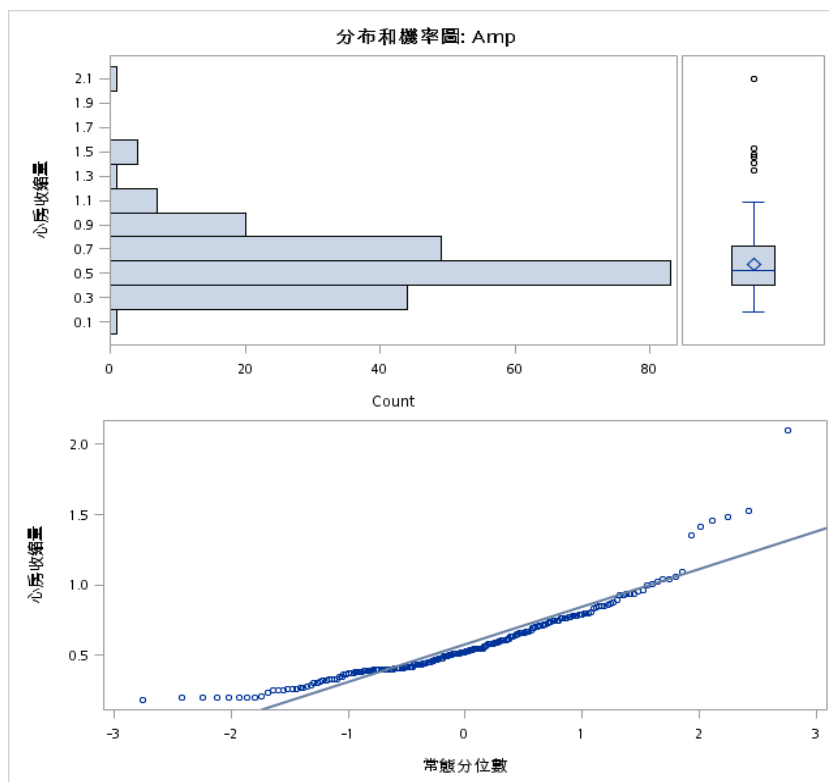
4. 心室中膈厚度

平均值為 12.08mm，最大值為 24mm，最小值為 7mm.



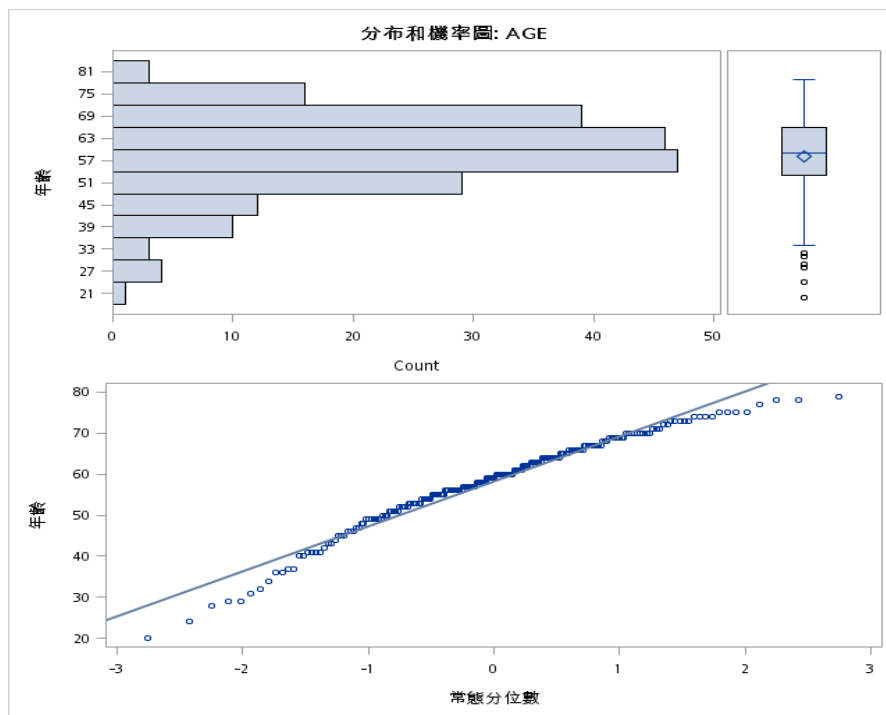
5. 心房收縮量

平均值為 0.58，最大值為 2.1，最小值為 0.18.



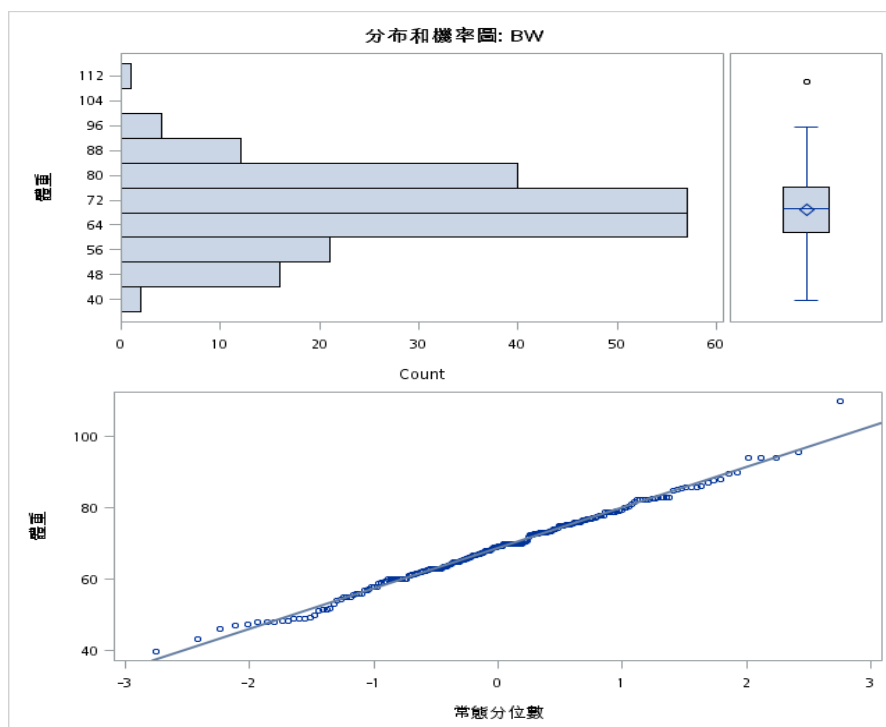
6. 年齡

平均值為 58 歲，最大值為 79 歲，最小值為 20 歲。



7. 體重

平均值為 68.8 公斤，最大值為 110 公斤，最小值為 39.7 公斤。



8. 二尖瓣逆流程度: 79.52%的人屬於輕度, 20.48%的人屬於重度
 高血壓: 52.86%的人沒有高血壓, 47.14%的人有高血壓
 心房顫動種類: 75.24%的人屬於偶發性, 24.76%的人屬於慢性
 性別: 68.57%的人屬於男性, 31.43%的人屬於女性.

| 二尖瓣逆流程度 | | | | |
|---------|-----|-------|----------|-----------|
| nMR | 次數 | 百分比 | 累計 次數 | 累計 百分比 |
| 0 | 167 | 79.52 | 167 | 79.52 |
| 1 | 43 | 20.48 | 210 | 100.00 |

| 高血壓 | | | | |
|-----|-----|-------|----------|-----------|
| HTN | 次數 | 百分比 | 累計 次數 | 累計 百分比 |
| 無 | 111 | 52.86 | 111 | 52.86 |
| 有 | 99 | 47.14 | 210 | 100.00 |

| 心房顫動種類 | | | | |
|--------|-----|-------|----------|-----------|
| aft | 次數 | 百分比 | 累計 次數 | 累計 百分比 |
| 偶發性 | 158 | 75.24 | 158 | 75.24 |
| 慢性 | 52 | 24.76 | 210 | 100.00 |

| 性別 | | | | |
|------|-----|-------|----------|-----------|
| nsex | 次數 | 百分比 | 累計 次數 | 累計 百分比 |
| 男性 | 144 | 68.57 | 144 | 68.57 |
| 女性 | 66 | 31.43 | 210 | 100.00 |

四、皮爾森相關係數

| Pearson 相關係數, N = 210 Prob > r (位於 H0 底下): Rho=0 | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | LA_B | LVEDD | LVEF | AFD | IVS | Amp | AGE | BW | HTN | aft | nsex | nMR |
| LA_B | 1.00000 | 0.31696 | -0.07567 | 0.06104 | 0.28104 | -0.05274 | 0.09844 | 0.29778 | 0.13465 | 0.43314 | 0.02761 | 0.17667 |
| 左心房大小 | | <.0001 | 0.2750 | 0.3788 | <.0001 | 0.4471 | 0.1552 | <.0001 | 0.0514 | <.0001 | 0.6908 | 0.0103 |
| LVEDD | 0.31696 | 1.00000 | -0.28084 | -0.07331 | 0.13732 | -0.17538 | 0.02469 | 0.34646 | 0.09776 | 0.10804 | -0.22112 | -0.04143 |
| 左心室大小 | <.0001 | | <.0001 | 0.2903 | 0.0469 | 0.0109 | 0.7220 | <.0001 | 0.1581 | 0.1185 | 0.0013 | 0.5504 |
| LVEF | -0.07567 | -0.28084 | 1.00000 | 0.06906 | 0.13878 | 0.16391 | 0.06948 | 0.02027 | 0.05989 | -0.17276 | 0.01096 | -0.07173 |
| 左心室功能 | 0.2750 | <.0001 | | 0.3193 | 0.0445 | 0.0174 | 0.3163 | 0.7703 | 0.3879 | 0.0122 | 0.8745 | 0.3008 |
| AFD | 0.06104 | -0.07331 | 0.06906 | 1.00000 | -0.07260 | -0.01376 | 0.05221 | -0.08500 | -0.01949 | -0.03299 | -0.02065 | -0.10316 |
| 心房顫動持續時間 | 0.3788 | 0.2903 | 0.3193 | | 0.2950 | 0.8429 | 0.4517 | 0.2200 | 0.7789 | 0.6345 | 0.7661 | 0.1362 |
| IVS | 0.28104 | 0.13732 | 0.13878 | -0.07260 | 1.00000 | 0.01833 | 0.10075 | 0.42291 | 0.27523 | 0.07137 | -0.19784 | -0.01772 |
| 心室中隔厚度 | <.0001 | 0.0469 | 0.0445 | 0.2950 | | 0.7917 | 0.1457 | <.0001 | <.0001 | 0.3033 | 0.0040 | 0.7986 |
| Amp | -0.05274 | -0.17538 | 0.16391 | -0.01376 | 0.01833 | 1.00000 | 0.11100 | -0.17758 | 0.03117 | -0.30629 | 0.25512 | 0.04041 |
| 心房收縮量 | 0.4471 | 0.0109 | 0.0174 | 0.8429 | 0.7917 | | 0.1087 | 0.0099 | 0.6533 | <.0001 | 0.0002 | 0.5603 |
| AGE | 0.09844 | 0.02469 | 0.06948 | 0.05221 | 0.10075 | 0.11100 | 1.00000 | -0.27197 | 0.14586 | -0.02105 | 0.12455 | 0.26431 |
| 年齡 | 0.1552 | 0.7220 | 0.3163 | 0.4517 | 0.1457 | 0.1087 | | <.0001 | 0.0347 | 0.7617 | 0.0717 | 0.0001 |
| BW | 0.29778 | 0.34646 | 0.02027 | -0.08500 | 0.42291 | -0.17758 | -0.27197 | 1.00000 | 0.19194 | 0.10532 | -0.41307 | -0.17424 |
| 體重 | <.0001 | <.0001 | 0.7703 | 0.2200 | <.0001 | 0.0099 | <.0001 | | 0.0053 | 0.1282 | <.0001 | 0.0114 |
| HTN | 0.13465 | 0.09776 | 0.05989 | -0.01949 | 0.27523 | 0.03117 | 0.14586 | 0.19194 | 1.00000 | 0.01073 | -0.04345 | 0.04086 |
| 高血壓 | 0.0514 | 0.1581 | 0.3879 | 0.7789 | <.0001 | 0.6533 | 0.0347 | 0.0053 | | 0.8771 | 0.5312 | 0.5559 |
| aft | 0.43314 | 0.10804 | -0.17276 | -0.03299 | 0.07137 | -0.30629 | -0.02105 | 0.10532 | 0.01073 | 1.00000 | 0.06315 | 0.14633 |
| 心房顫動種類 | <.0001 | 0.1185 | 0.0122 | 0.6345 | 0.3033 | <.0001 | 0.7617 | 0.1282 | 0.8771 | | 0.3625 | 0.0341 |
| nsex | 0.02761 | -0.22112 | 0.01096 | -0.02065 | -0.19784 | 0.25512 | 0.12455 | -0.41307 | -0.04345 | 0.06315 | 1.00000 | 0.19029 |
| 性別 | 0.6908 | 0.0013 | 0.8745 | 0.7661 | 0.0040 | 0.0002 | 0.0717 | <.0001 | 0.5312 | 0.3625 | | 0.0057 |
| nMR | 0.17667 | -0.04143 | -0.07173 | -0.10316 | -0.01772 | 0.04041 | 0.26431 | -0.17424 | 0.04086 | 0.14633 | 0.19029 | 1.00000 |
| 二尖瓣逆流程程度 | 0.0103 | 0.5504 | 0.3008 | 0.1362 | 0.7986 | 0.5603 | 0.0001 | 0.0114 | 0.5559 | 0.0341 | 0.0057 | |

從皮爾森相關係數可看到 $P < 0.05$ 的自變數有 LVEDD(左心室大小),IVS(心室中隔厚度),BW(體重),AFT(心房顫動種類),NMR(二尖瓣逆流程程度)。

五、試一階模型

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|------------|-----------|-------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 11 | 3681.99884 | 334.72717 | 11.55 | <.0001 |
| 誤差 | 198 | 5738.78212 | 28.98375 | | |
| 已校正的總計 | 209 | 9420.78095 | | | |

| | | | |
|-------|----------|---------|--------|
| 根 MSE | 5.38366 | R 平方 | 0.3908 |
| 應變平均值 | 42.92381 | 調整 R 平方 | 0.3570 |
| 變異係數 | 12.54235 | | |

| 參數估計值 | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|---------|---------|------|---------|------------|---------|------------|----------|----------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第二型 | 95% 信賴界限 | |
| Intercept | Intercept | 1 | 4.09681 | 6.91633 | 0.59 | 0.5543 | 10.16937 | 0 | . | -9.54232 | 17.73594 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.31729 | 0.08670 | 3.66 | 0.0003 | 388.21958 | 0.23251 | 0.06336 | 0.14633 | 0.48826 |
| LVEF | 左心室功能 | 1 | 0.00822 | 0.06345 | 0.13 | 0.8970 | 0.48696 | 0.00784 | 0.00008485 | -0.11690 | 0.13335 |
| AFD | 心房顫動持續時間 | 1 | 0.25328 | 0.10564 | 2.40 | 0.0174 | 166.61387 | 0.13550 | 0.02821 | 0.04496 | 0.46161 |
| IVS | 心室中膈厚度 | 1 | 0.39794 | 0.18106 | 2.20 | 0.0291 | 139.99827 | 0.14344 | 0.02381 | 0.04088 | 0.75500 |
| Amp | 心房收縮量 | 1 | 2.48302 | 1.54908 | 1.60 | 0.1106 | 74.46764 | 0.09933 | 0.01281 | -0.57179 | 5.53783 |
| AGE | 年齡 | 1 | 0.04845 | 0.03847 | 1.26 | 0.2094 | 45.96969 | 0.07918 | 0.00795 | -0.02742 | 0.12431 |
| HTN | 高血壓 | 1 | 0.12474 | 0.78977 | 0.16 | 0.8747 | 0.72307 | 0.00930 | 0.00012598 | -1.43271 | 1.68219 |
| BW | 體重 | 1 | 0.14249 | 0.04412 | 3.23 | 0.0015 | 302.31142 | 0.24077 | 0.05004 | 0.05548 | 0.22949 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 5.92532 | 0.94486 | 6.27 | <.0001 | 1139.84309 | 0.38185 | 0.16571 | 4.06204 | 7.78859 |
| nsex | 性別 | 1 | 1.78771 | 0.92562 | 1.93 | 0.0549 | 108.11353 | 0.12391 | 0.01849 | -0.03764 | 3.61305 |
| nMR | 二尖瓣逆流程度 | 1 | 2.33309 | 0.99188 | 2.35 | 0.0196 | 160.36237 | 0.14056 | 0.02718 | 0.37709 | 4.28909 |

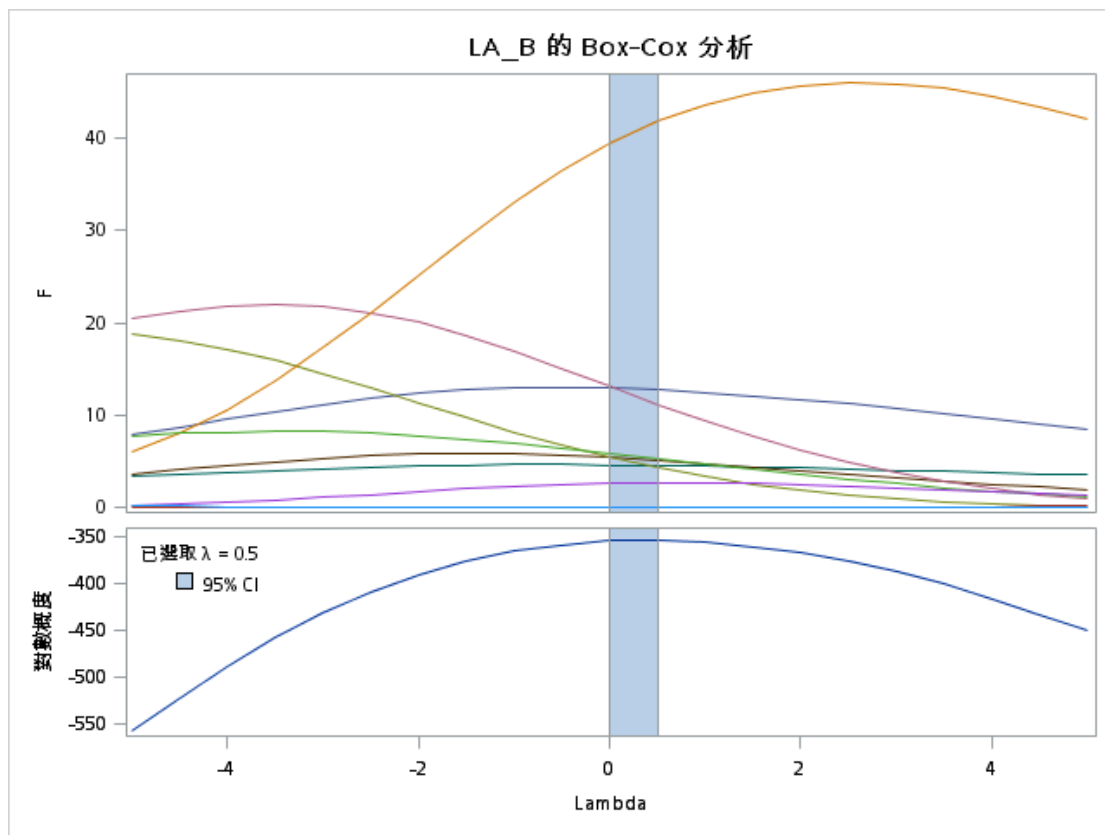
從一階模型可看到 $P < 0.05$ 的自變數有 LVEDD(左心室大小),AFD(心房顫動持續時間),IVS(心室中膈厚度),BW(體重),AFT(心房顫動種類),NMR(二尖瓣逆流程程度).

殘差

可看到一階模型的殘差不是常態分配(Shapiro-Wilk 檢定 $P = 0.0162 < 0.05$)

| 常態性檢定 | | | | |
|--------------------|------|----------|-----------|---------|
| 檢定 | 統計值 | | p 值 | |
| Shapiro-Wilk | W | 0.983752 | Pr < W | 0.0162 |
| Kolmogorov-Smirnov | D | 0.080835 | Pr > D | <0.0100 |
| Cramer-von Mises | W-Sq | 0.178498 | Pr > W-Sq | 0.0098 |
| Anderson-Darling | A-Sq | 1.079292 | Pr > A-Sq | 0.0081 |

六、Box-Cox transform



從 Box-Cox transform 可知應選取 $\lambda = 0.5$ ，也就是將 y 值開根號。

七、la_b(左心房大小)開根號後重試一階模型

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|----------|---------|-------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 11 | 22.07018 | 2.00638 | 11.95 | <.0001 |
| 誤差 | 198 | 33.23143 | 0.16784 | | |
| 已校正的總計 | 209 | 55.30161 | | | |

| | | | |
|-------|---------|---------|--------|
| 根 MSE | 0.40968 | R 平方 | 0.3991 |
| 應變平均值 | 6.53150 | 調整 R 平方 | 0.3657 |
| 變異係數 | 6.27233 | | |

| 參數估計值 | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|------------|---------|------|---------|---------|---------|------------|----------|---------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第二型 | 95% 信賴界限 | |
| Intercept | Intercept | 1 | 3.45476 | 0.52631 | 6.56 | <.0001 | 7.23165 | 0 | . | 2.41687 | 4.49265 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02440 | 0.00660 | 3.70 | 0.0003 | 2.29510 | 0.23333 | 0.06460 | 0.01139 | 0.03741 |
| LVEF | 左心室功能 | 1 | 0.00041905 | 0.00483 | 0.09 | 0.9309 | 0.00126 | 0.00521 | 0.00003804 | -0.00910 | 0.00994 |
| AFD | 心房顫動持續時間 | 1 | 0.01938 | 0.00804 | 2.41 | 0.0168 | 0.97524 | 0.13530 | 0.02851 | 0.00353 | 0.03523 |
| IVS | 心室中膈厚度 | 1 | 0.03139 | 0.01378 | 2.28 | 0.0238 | 0.87093 | 0.14766 | 0.02554 | 0.00422 | 0.05856 |
| Amp | 心房收縮量 | 1 | 0.18915 | 0.11788 | 1.60 | 0.1102 | 0.43215 | 0.09876 | 0.01284 | -0.04331 | 0.42161 |
| AGE | 年齡 | 1 | 0.00443 | 0.00293 | 1.51 | 0.1314 | 0.38510 | 0.09459 | 0.01146 | -0.00134 | 0.01021 |
| HTN | 高血壓 | 1 | 0.01027 | 0.06010 | 0.17 | 0.8645 | 0.00490 | 0.00999 | 0.00014751 | -0.10824 | 0.12879 |
| BW | 體重 | 1 | 0.01180 | 0.00336 | 3.51 | 0.0005 | 2.07290 | 0.26022 | 0.05872 | 0.00518 | 0.01842 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.44097 | 0.07190 | 6.13 | <.0001 | 6.31304 | 0.37090 | 0.15964 | 0.29918 | 0.58276 |
| nsex | 性別 | 1 | 0.14563 | 0.07044 | 2.07 | 0.0400 | 0.71742 | 0.13174 | 0.02113 | 0.00672 | 0.28453 |
| nMR | 二尖瓣逆流程度 | 1 | 0.17364 | 0.07548 | 2.30 | 0.0225 | 0.88829 | 0.13654 | 0.02603 | 0.02480 | 0.32249 |

可看到 $P < 0.05$ 的自變數有 LVEDD(左心室大小),AFD(心房顫動持續時間),IVS(心室中膈厚度),BW(體重),AFT(心房顫動種類),NMR(二尖瓣逆流程程度). 以及 nsex(性別)(原先的一階模型性別的 $P > 0.05$).

la_b(左心房大小)開根號後配適之殘差

可看到殘差是常態分配(Shapiro-Wilk 檢定 $P = 0.1419 > 0.05$)

| 常態性檢定 | | | | |
|--------------------|------|----------|-----------|--------|
| 檢定 | 統計值 | | p 值 | |
| Shapiro-Wilk | W | 0.989777 | Pr < W | 0.1419 |
| Kolmogorov-Smirnov | D | 0.067403 | Pr > D | 0.0203 |
| Cramer-von Mises | W-Sq | 0.112936 | Pr > W-Sq | 0.0791 |
| Anderson-Darling | A-Sq | 0.669476 | Pr > A-Sq | 0.0831 |

八、模型選擇

有許多種方法,我們先試電腦自動選擇法(Stepwise, Forward, Backward)

Stepwise selection

| 逐步選擇 的摘要 | | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|----------|----------------|-----------|------------|---------|-------|--------|
| 步驟 | 輸入的變數 | 移除的變數 | 標籤 | 變數目 Vars In | 偏 R 平方 | 模型 R 平方 | C(p) | F 值 | Pr > F |
| 1 | aft | | 心房顫動種類 | 1 | 0.1805 | 0.1805 | 64.0225 | 45.82 | <.0001 |
| 2 | LVEDD | | 左心室大小 | 2 | 0.0781 | 0.2586 | 40.3024 | 21.79 | <.0001 |
| 3 | IVS | | 心室中隔厚度 | 3 | 0.0522 | 0.3108 | 25.0950 | 15.61 | 0.0001 |
| 4 | nMR | | 二尖瓣逆流程度 | 4 | 0.0179 | 0.3287 | 21.2037 | 5.46 | 0.0204 |
| 5 | BW | | 體重 | 5 | 0.0168 | 0.3454 | 17.6821 | 5.22 | 0.0233 |
| 6 | nsex | | 性別 | 6 | 0.0180 | 0.3635 | 13.7389 | 5.75 | 0.0174 |
| 7 | AFD | | 心房顫動持續時間 | 7 | 0.0192 | 0.3827 | 9.3996 | 6.30 | 0.0129 |
| 8 | Amp | | 心房收縮量 | 8 | 0.0088 | 0.3915 | 8.5094 | 2.90 | 0.0903 |

Forward selection

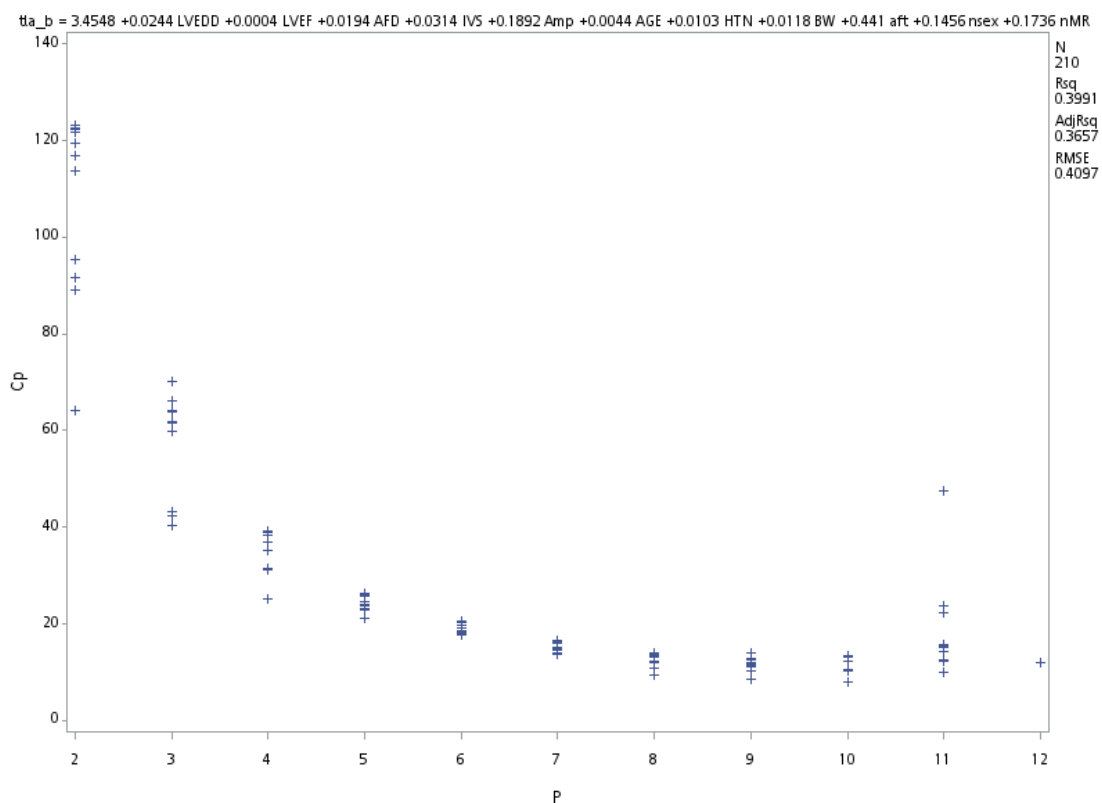
| 前進選擇 的摘要 | | | | | | | | |
|----------|-------|----------|----------------|-----------|------------|---------|-------|--------|
| 步驟 | 輸入的變數 | 標籤 | 變數目 Vars In | 偏 R 平方 | 模型 R 平方 | C(p) | F 值 | Pr > F |
| 1 | aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.1805 | 0.1805 | 64.0225 | 45.82 | <.0001 |
| 2 | LVEDD | 左心室大小 | 2 | 0.0781 | 0.2586 | 40.3024 | 21.79 | <.0001 |
| 3 | IVS | 心室中隔厚度 | 3 | 0.0522 | 0.3108 | 25.0950 | 15.61 | 0.0001 |
| 4 | nMR | 二尖瓣逆流程度 | 4 | 0.0179 | 0.3287 | 21.2037 | 5.46 | 0.0204 |
| 5 | BW | 體重 | 5 | 0.0168 | 0.3454 | 17.6821 | 5.22 | 0.0233 |
| 6 | nsex | 性別 | 6 | 0.0180 | 0.3635 | 13.7389 | 5.75 | 0.0174 |
| 7 | AFD | 心房顫動持續時間 | 7 | 0.0192 | 0.3827 | 9.3996 | 6.30 | 0.0129 |
| 8 | Amp | 心房收縮量 | 8 | 0.0088 | 0.3915 | 8.5094 | 2.90 | 0.0903 |

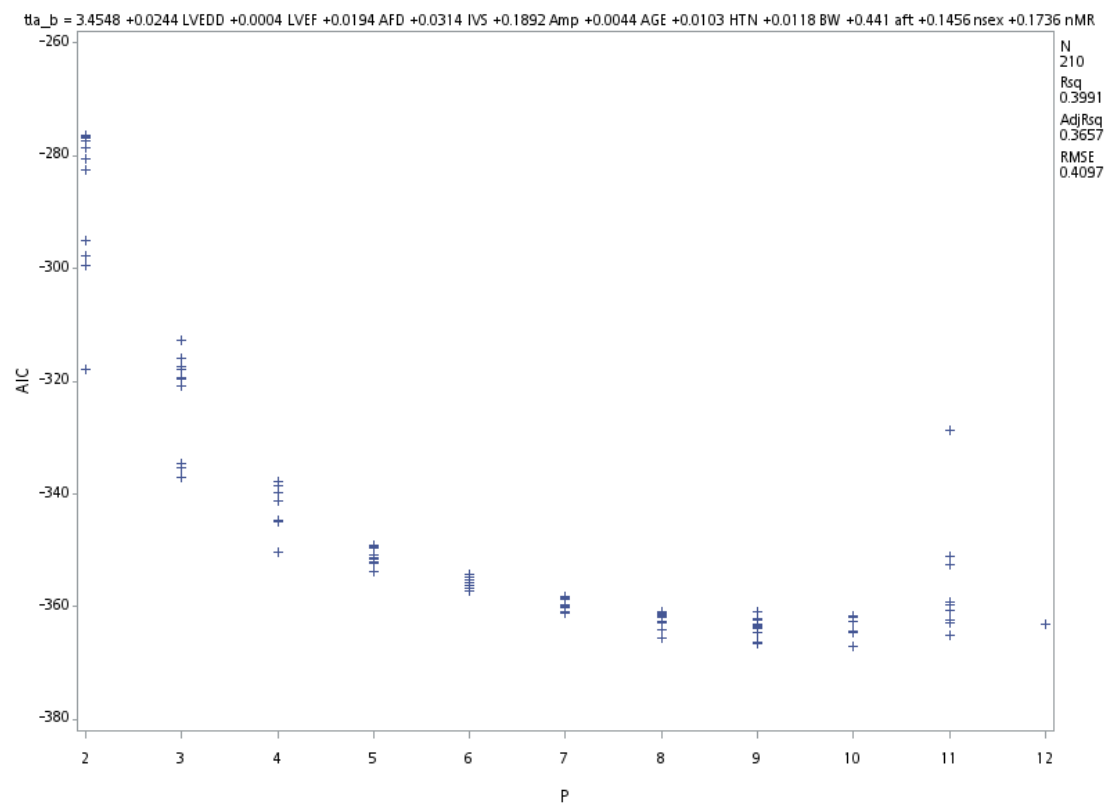
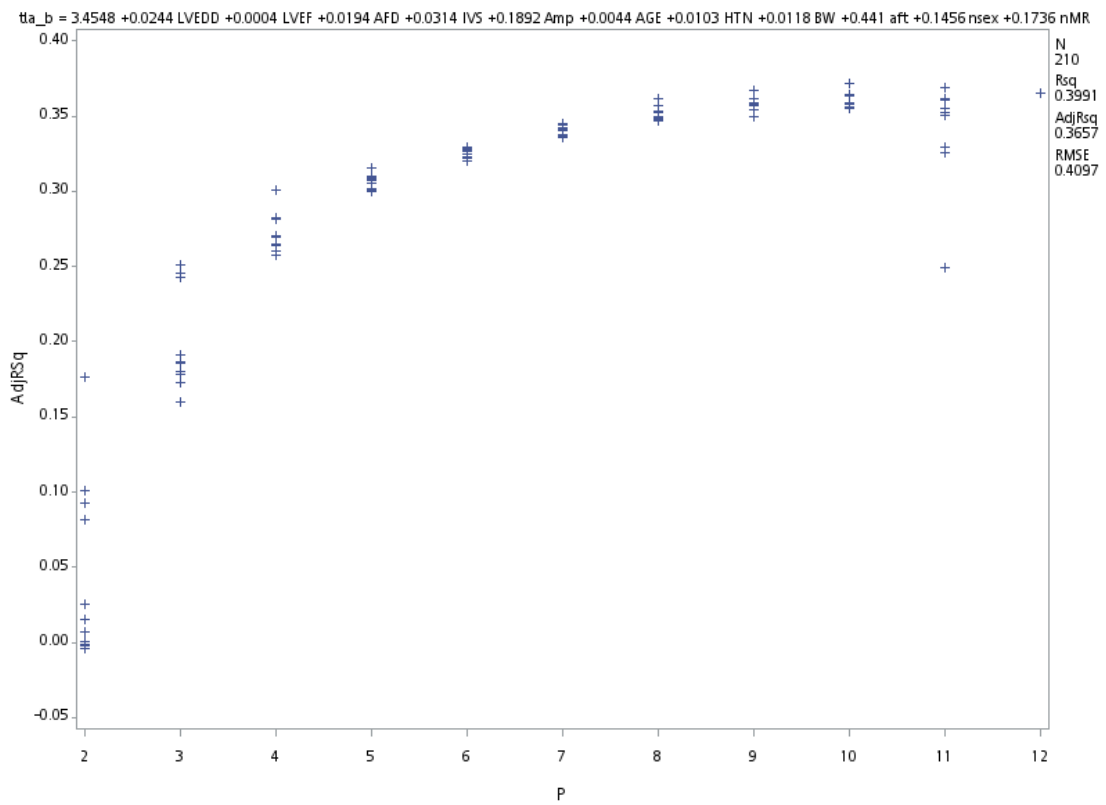
Backward selection

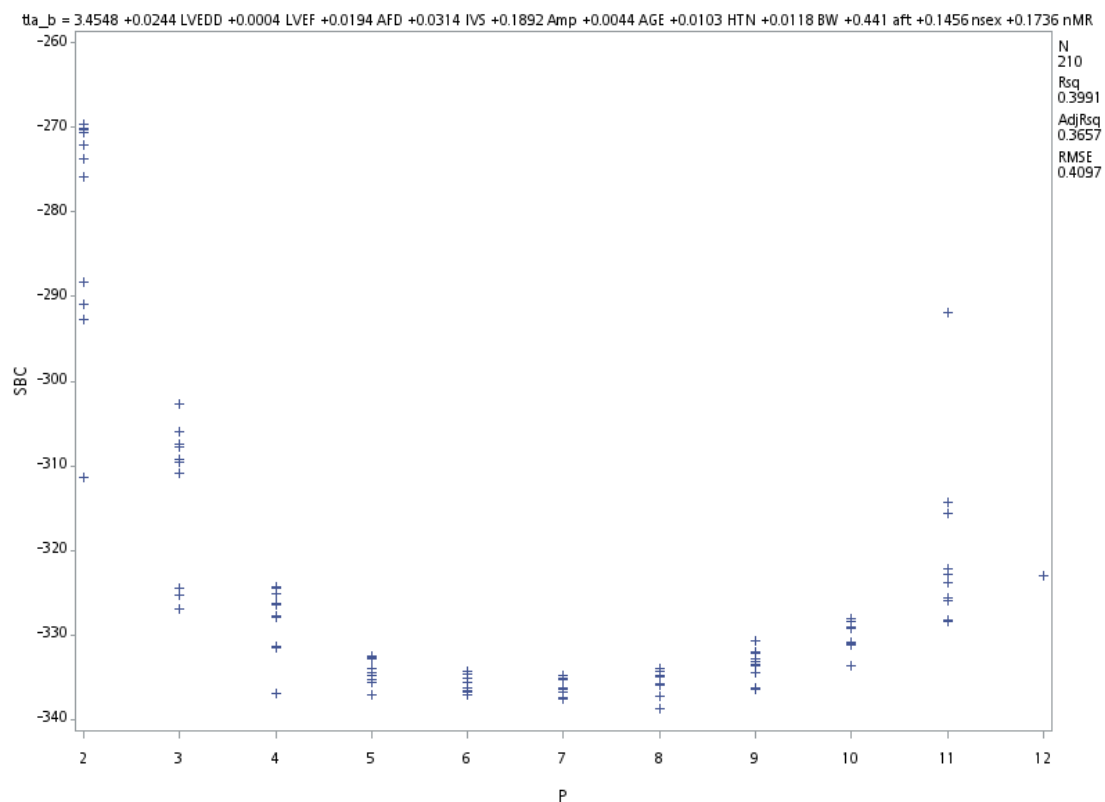
| 向後消去的摘要 | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|----------------|--------|---------|---------|------|--------|
| 步驟 | 移除的變數 | 標籤 | 變數目 Vars In | 偏 R 平方 | 模型 R 平方 | C(p) | F 值 | Pr > F |
| 1 | LVEF | 左心室功能 | 10 | 0.0000 | 0.3991 | 10.0075 | 0.01 | 0.9309 |
| 2 | HTN | 高血壓 | 9 | 0.0001 | 0.3990 | 8.0374 | 0.03 | 0.8626 |
| 3 | AGE | 年齡 | 8 | 0.0075 | 0.3915 | 8.5094 | 2.50 | 0.1157 |

從以上 3 個表格可知道選出來的都是同樣的 8 個自變數.

再來看以下的數個圖形,可發現電腦自動選擇法選出的組合有最佳的 Cp 值(P=9),而 $\text{adj}R^2$ 的最高點出現在 P=10 時,AIC 的最低點出現在 P=10 時, SBC 的最低點出現在 P=8 時, 這些圖型選出來的最佳組合似乎並不一致.







先試電腦自動選擇法跑出的模型 (P=9)

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|----------|-----------|-------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值 平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 8 | 21.64901 | 2.70613 | 16.16 | <.0001 |
| 誤差 | 201 | 33.65260 | 0.16743 | | |
| 配適不足 | 201 | 33.65260 | 0.16743 | . | . |
| 純誤差 | 0 | 0 | . | | |
| 已校正的總計 | 209 | 55.30161 | | | |

| | | | |
|-------|---------|---------|--------|
| 根 MSE | 0.40918 | R 平方 | 0.3915 |
| 應變平均值 | 6.53150 | 調整 R 平方 | 0.3673 |
| 變異係數 | 6.26467 | | |

| 參數估計值 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|---------|---------|-------|---------|------------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|------------------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第一型 SS | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第一型 | 平方偏相關第二型 | 允差 | 變異數膨脹 | 95% 信賴界限 |
| Intercept | Intercept | 1 | 3.70065 | 0.35346 | 10.47 | <.0001 | 8958.69839 | 18.35224 | 0 | . | . | . | 0 | 3.00367 4.39762 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.43647 | 0.07123 | 6.13 | <.0001 | 9.98225 | 6.28607 | 0.36712 | 0.18051 | 0.15739 | 0.84339 | 1.18569 | 0.29601 0.57693 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02572 | 0.00621 | 4.14 | <.0001 | 4.31675 | 2.86826 | 0.24601 | 0.09525 | 0.07854 | 0.85698 | 1.16689 | 0.01347 0.03798 |
| IVS | 心室中隔厚度 | 1 | 0.03704 | 0.01306 | 2.84 | 0.0050 | 2.88801 | 1.34653 | 0.17426 | 0.07043 | 0.03847 | 0.80184 | 1.24713 | 0.01129 0.06279 |
| nMR | 二尖瓣逆流程度 | 1 | 0.20057 | 0.07318 | 2.74 | 0.0067 | 0.98877 | 1.25752 | 0.15772 | 0.02594 | 0.03602 | 0.91418 | 1.09388 | 0.05626 0.34487 |
| BW | 體重 | 1 | 0.01028 | 0.00314 | 3.27 | 0.0012 | 0.92672 | 1.79557 | 0.22681 | 0.02496 | 0.05065 | 0.63118 | 1.58434 | 0.00409 0.01648 |
| nsex | 性別 | 1 | 0.14635 | 0.07030 | 2.08 | 0.0386 | 0.99747 | 0.72563 | 0.13239 | 0.02756 | 0.02111 | 0.74858 | 1.33587 | 0.00773 0.28497 |
| AFD | 心房顫動持續時間 | 1 | 0.02042 | 0.00799 | 2.55 | 0.0114 | 1.06396 | 1.09292 | 0.14257 | 0.03022 | 0.03146 | 0.97224 | 1.02855 | 0.00466 0.03618 |
| Amp | 心房收縮量 | 1 | 0.19947 | 0.11719 | 1.70 | 0.0903 | 0.48508 | 0.48508 | 0.10414 | 0.01421 | 0.01421 | 0.80872 | 1.23652 | -0.03161 0.43055 |

可看到 Amp(心房收縮量) $P=0.0903>0.05$, 暗示我們這個參數的 95%信賴界線可能包含 0, 也就是不具統計顯著性, 由於自變數太多, 不符合模型簡約的原則, 我們先排除 Amp(心房收縮量)這個變數, 以 $P=8$ 開始進行模型比較, 再根據試跑數次不同模型時產生的參數 P 值是否顯著, 逐一比較數個模型, 希望能找到較適當的模型,

九、模型比較

| statistic | N=210 | N=122 | N=210 | N=122 | N=210 | N=122 | N=210 | N=122 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| p | 8 | 8 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| intercept | 3.85 | 4.06 | 4.34 | 4.09 | 4.45 | 4.14 | 4.52 | 4.06 |
| S{intercept) | 0.34 | 0.45 | 0.32 | 0.39 | 0.32 | 0.40 | 0.32 | 0.41 |
| 心房顫動種類 | 0.40 | 0.40 | 0.42 | 0.40 | 0.43 | 0.43 | 0.45 | 0.47 |
| S{心房顫動種類} | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.09 | 0.07 | 0.09 |
| 左心室大小 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| S{左心室大小} | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 心室中隔厚度 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| S{心室中隔厚度} | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 二尖瓣逆流程度 | 0.20 | 0.37 | 0.20 | 0.37 | 0.17 | 0.32 | | |
| S{二尖瓣 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.10 | | |

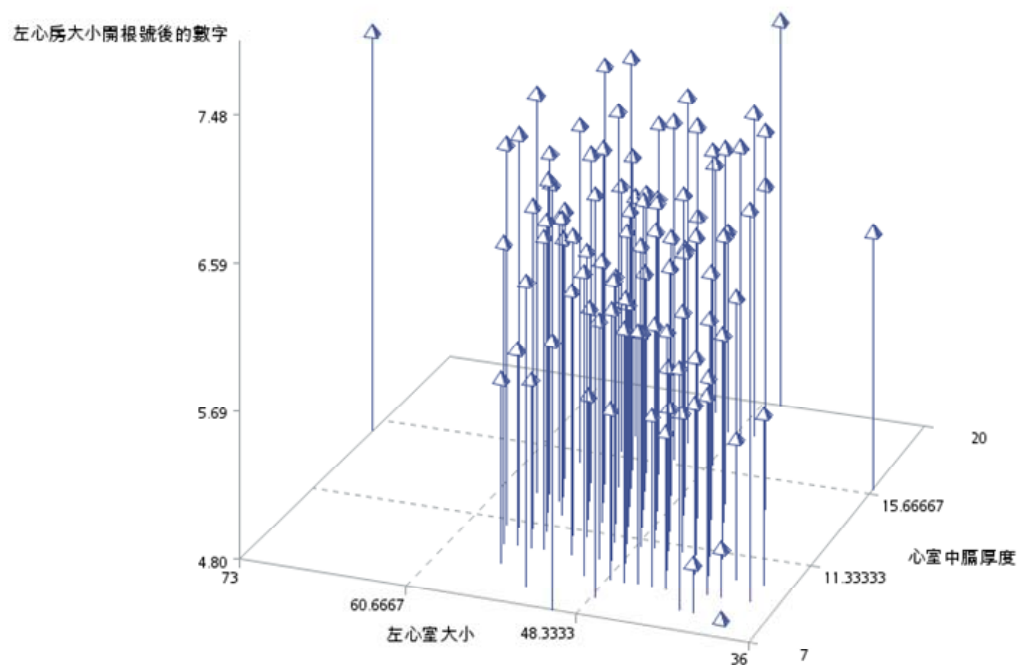
| | | | | | | | | |
|-----------------|------|-------------|------|---------------|------|---------------|------|----------------|
| 逆流程 度} | | | | | | | | |
| 體重 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | | | | |
| S{體重} | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| 性別 | 0.18 | 0.02 | | | | | | |
| S{性別} | 0.07 | 0.09 | | | | | | |
| 心房顫動 持續時間 | 0.02 | 0.00 | | | | | | |
| S{心房顫動 持續時間) | 0.01 | 0.01 | | | | | | |
| SSEp | 34.1 | 16.4 | 36.2 | 16.4 | 37.1 | 17.3 | 38.1 | 18.8 |
| Cp | 9.4 | 23.9 (8) | 17.7 | 20.0 (4.1) | 21.2 | 25.0 (8.2) | 25.1 | 35.3 (17.0) |
| MSEp | 0.17 | 0.14 | 0.18 | 0.14 | 0.18 | 0.15 | 0.19 | 0.16 |
| MSPR | 0.14 | | 0.14 | | 0.15 | | 0.16 | |
| adjR2 | 0.36 | 0.40 | 0.33 | 0.41 | 0.32 | 0.39 | 0.30 | 0.34 |
| PRESSp | 37.4 | 19.0 | 39.0 | 18.3 | 40.0 | 19.0 | 40.1 | 20.4 |
| 配適不足 | . | . | . | 0.53 | 0.03 | 0.42 | 0.07 | 0.47 |
| AIC | -366 | -229 | -357 | -233 | -354 | -228 | -350 | -220 |
| SBC | -339 | -206 | -337 | -216 | -337 | -214 | -337 | -209 |

從以上的表格可知，雖然 P 的數目不同，參數估計值及標準誤差並沒有正負號互相矛盾的情況，彼此差異不大，PRESSp 的值很接近 SSEp 的值，MSPR 的值很接近 MSEp 的值，表示這四個候選模型的預測能力可以被肯定，雖然 AIC, SBC 可能不是最低的，但彼此差異不大， $adiR^2$ 彼此也差異不大，配適不足在 P 較多時跑不出來，在 P=4 時 P 值>0.05 表示 P=4 時沒有配適不足的情況，只有 Cp 值產生較不一致的狀態，除了第一個模型，其他的模型 Cp 值都偏高，但奇怪的是用不同程式跑出來的 Cp 值有的一樣有的不一樣，黑色字體是用 supportsas 網頁中可跑出 press 值的程式跑的，紅字是用無法跑出 PRESS 值的 SAS 程式跑的。

綜合以上所述，在主客觀的考慮之下，我們決定選擇 P=4 的模型，自變數較少較簡約，且各個層面也和較多 P 的模型類似。

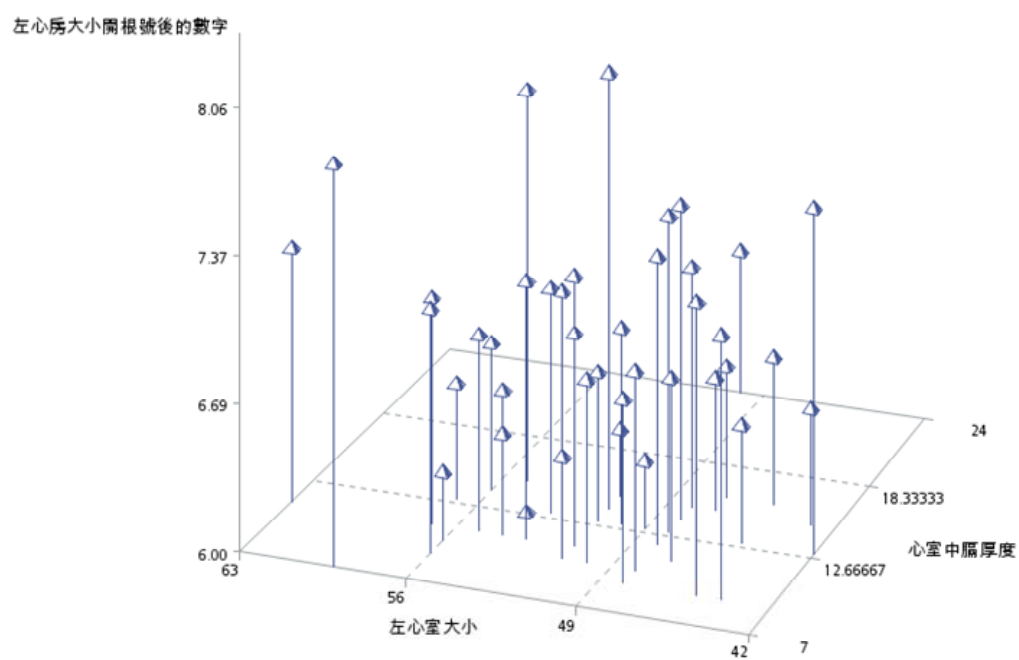
十、依心房顫動種類畫出散佈圖

心房顫動種類:偶發性



偶發性的散佈圖看起來像是一個平面，慢性的散佈圖看起來像彎曲的平面。

心房顫動種類:慢性



十一、選定之一階模型(P=4)

我們得到的迴歸方程式是

左心房大小開根號後之數值= $4.52452 + 0.45330 \times \text{心房顫動種類}(\text{偶發性 } 0 \text{ 或慢性 } 1) + 0.02622 \times \text{左心室大小} + 0.04912 \times \text{心室中膈厚度}$

意即，如果心房顫動種類為**偶發性**，則方程式為

左心房大小開根號後之數值= $4.52452 + 0.02622 \times \text{左心室大小} + 0.04912 \times \text{心室中膈厚度}$

如果心房顫動種類為**慢性**，則方程式為

左心房大小開根號後之數值= $4.97782 + 0.02622 \times \text{左心室大小} + 0.04912 \times \text{心室中膈厚度}$

是截距不同的兩個方程式。從方程式可看出左心室越大，心室中膈越厚，左心房越大。慢性心房顫動的病人左心房較偶發性心房顫動的病人大。

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|----------|---------|-------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 3 | 17.18701 | 5.72900 | 30.96 | <.0001 |
| 誤差 | 206 | 38.11459 | 0.18502 | | |
| 配適不足 | 137 | 27.85142 | 0.20330 | 1.37 | 0.0746 |
| 純誤差 | 69 | 10.26318 | 0.14874 | | |
| 已校正的總計 | 209 | 55.30161 | | | |

| | | | |
|-------|---------|---------|--------|
| 根 MSE | 0.43014 | R 平方 | 0.3108 |
| 應變平均值 | 6.53150 | 調整 R 平方 | 0.3007 |
| 變異係數 | 6.58566 | | |

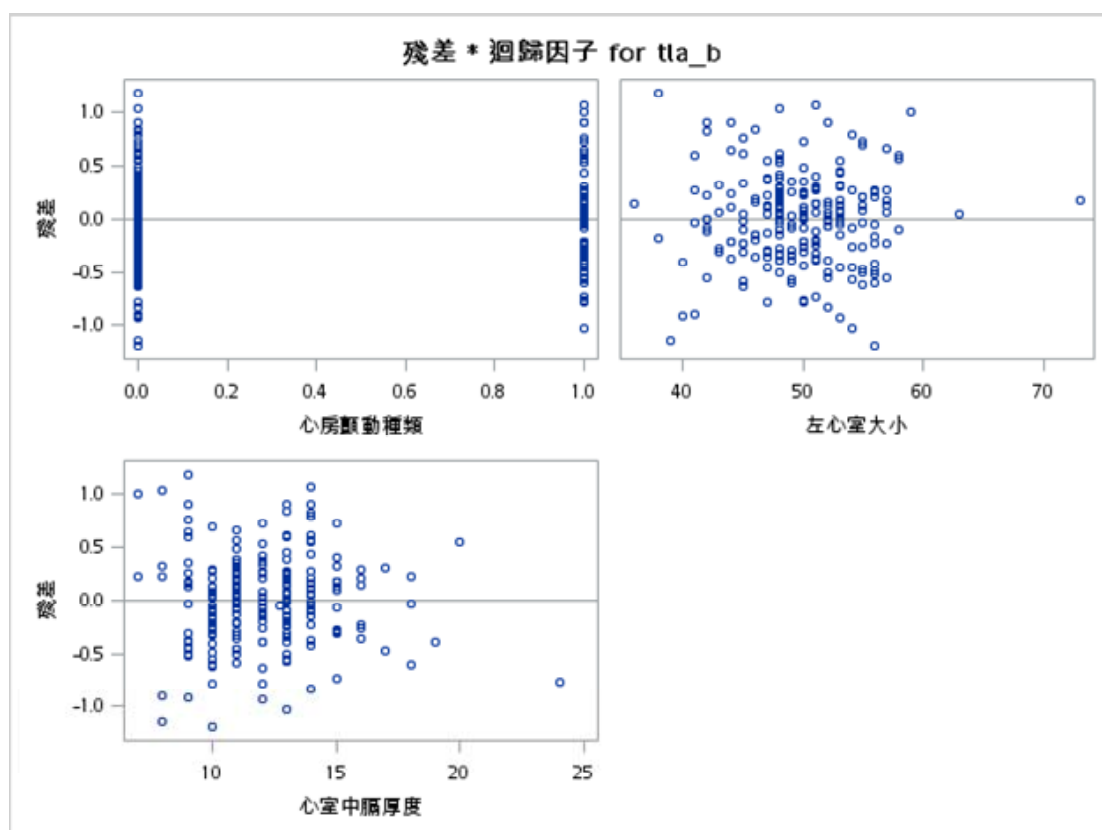
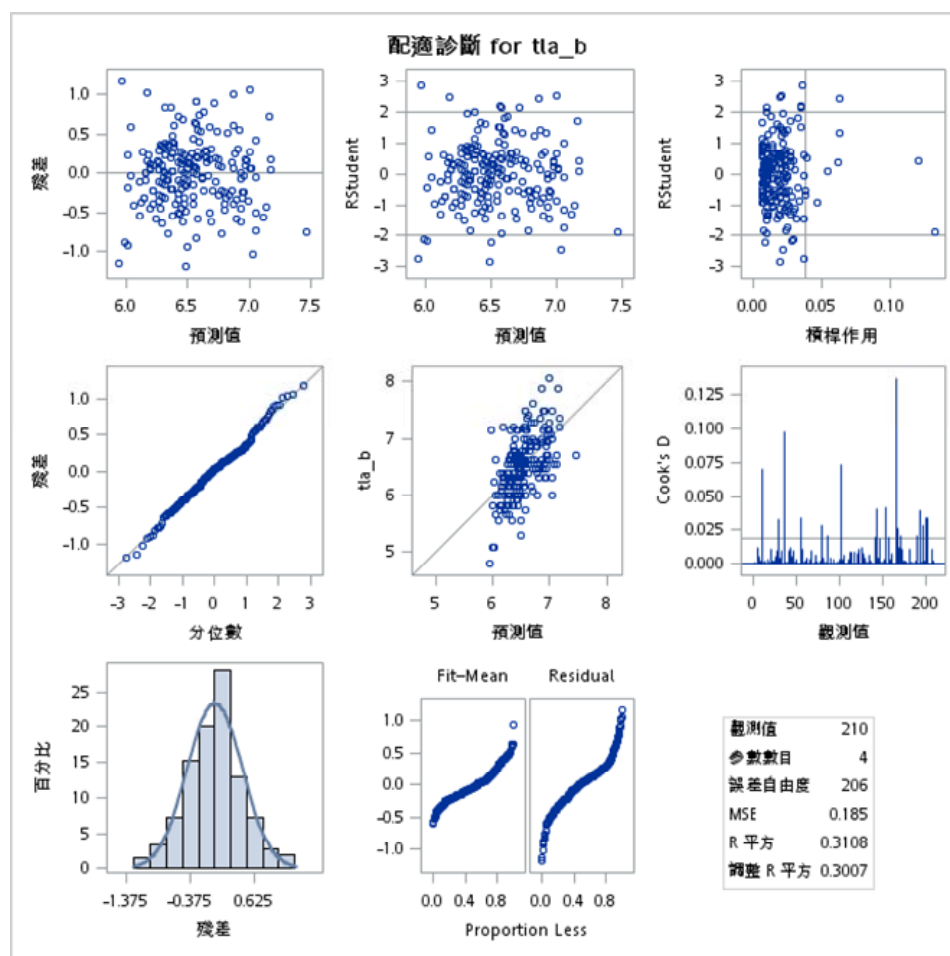
| 參數估計值 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|---------|---------|-------|---------|------------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|-----------------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第一型 SS | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第一型 | 平方偏相關第二型 | 允差 | 變異數膨脹 | 95% 信賴界限 |
| Intercept | Intercept | 1 | 4.52452 | 0.32125 | 14.08 | <.0001 | 8958.69839 | 36.70151 | 0 | . | . | . | 0 | 3.89116 5.15788 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.45330 | 0.06929 | 6.54 | <.0001 | 9.98225 | 7.91931 | 0.38128 | 0.18051 | 0.17203 | 0.98507 | 1.01516 | 0.31670 0.58991 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02622 | 0.00614 | 4.27 | <.0001 | 4.31675 | 3.37729 | 0.25073 | 0.09525 | 0.08140 | 0.97144 | 1.02940 | 0.01412 0.03831 |
| IVS | 心室中隔厚度 | 1 | 0.04912 | 0.01243 | 3.95 | 0.0001 | 2.88801 | 2.88801 | 0.23109 | 0.07043 | 0.07043 | 0.97791 | 1.02259 | 0.02461 0.07363 |

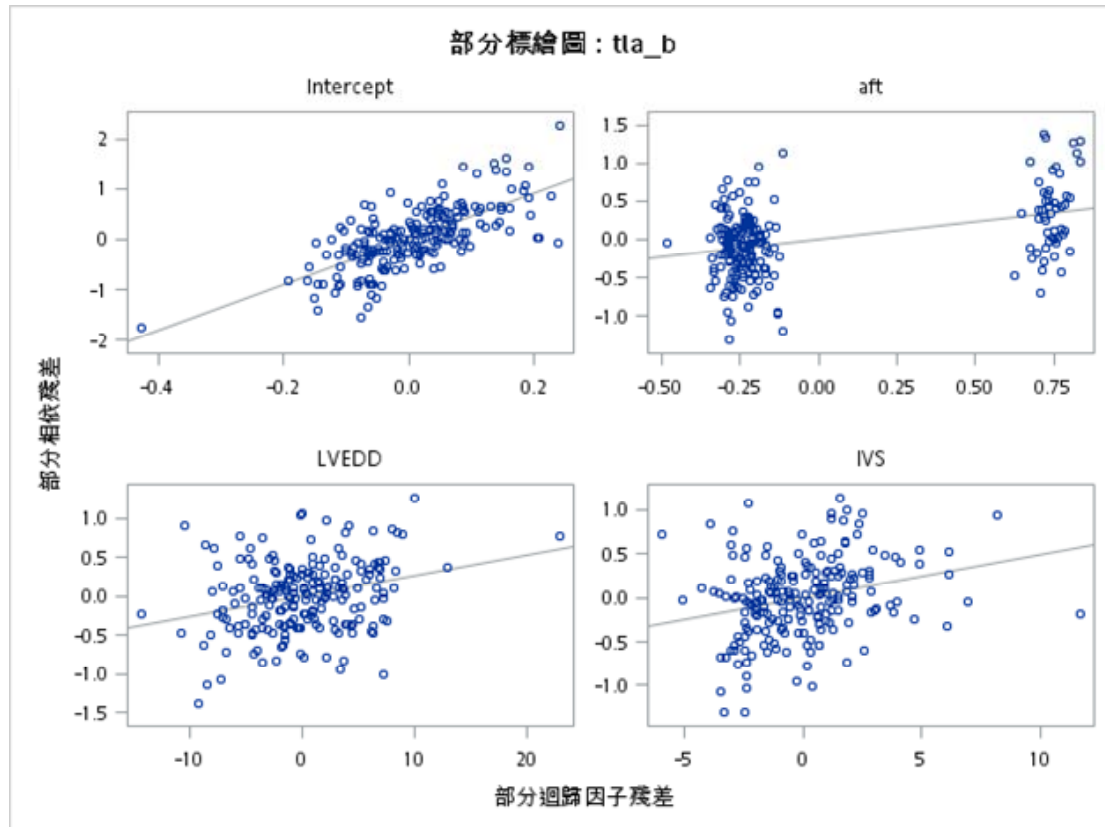
| 共線性診斷 | | | | | | |
|-------|---------|----------|------------|------------|------------|---------|
| 變數 | 特徵值 | 條件索引 | 變異的比例 | | | |
| | | | Intercept | aft | LVEDD | IVS |
| 1 | 3.29698 | 1.00000 | 0.00075740 | 0.02805 | 0.00083578 | 0.00330 |
| 2 | 0.67259 | 2.21402 | 0.00056084 | 0.96438 | 0.00055963 | 0.00227 |
| 3 | 0.02568 | 11.33081 | 0.04409 | 0.00006910 | 0.07337 | 0.97503 |
| 4 | 0.00475 | 26.35627 | 0.95459 | 0.00750 | 0.92524 | 0.01940 |

估計值的共變異數

- $S^2\{aft\}=0.0048008274$, $S\{aft\}=0.069$
- $S^2\{lvedd\}=0.0000376497$, $S\{lvedd\}=0.0061$
- $S^2\{ivs\}=0.0001545767$, $S\{ivs\}=0.012$

| 估計值的共變異數 | | | | | |
|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 變數 | 標籤 | Intercept | aft | LVEDD | IVS |
| Intercept | Intercept | 0.1032013699 | 0.0015071024 | -0.001737723 | -0.001360816 |
| aft | 心房顫動種類 | 0.0015071024 | 0.0048008274 | -0.000042276 | -0.000049453 |
| LVEDD | 左心室大小 | -0.001737723 | -0.000042276 | 0.0000376497 | -9.970864E-6 |
| IVS | 心室中隔厚度 | -0.001360816 | -0.000049453 | -9.970864E-6 | 0.0001545767 |





皮爾森相關係數

| Pearson 相關係數, N = 210 | | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Prob > r (位於 H0 底下): Rho=0 | | | | |
| | tla_b | aft | LVEDD | IVS |
| tla_b | 1.00000 | 0.42486 <.0001 | 0.32366 <.0001 | 0.29273 <.0001 |
| aft 心房顫動種類 | 0.42486 <.0001 | 1.00000 | 0.10804 0.1185 | 0.07137 0.3033 |
| LVEDD 左心室大小 | 0.32366 <.0001 | 0.10804 0.1185 | 1.00000 | 0.13732 0.0469 |
| IVS 心室中隔厚度 | 0.29273 <.0001 | 0.07137 0.3033 | 0.13732 0.0469 | 1.00000 |

可看到這三個自變數的 P 值都 < 0.0001, 表示它們與 y 值有相關。

殘差

殘差屬於常態分配

| 常態性檢定 | | | | |
|--------------------|------|----------|-----------|--------|
| 檢定 | 統計值 | | p 值 | |
| Shapiro-Wilk | W | 0.992882 | Pr < W | 0.4065 |
| Kolmogorov-Smirnov | D | 0.058236 | Pr > D | 0.0817 |
| Cramer-von Mises | W-Sq | 0.088489 | Pr > W-Sq | 0.1635 |
| Anderson-Darling | A-Sq | 0.533812 | Pr > A-Sq | 0.1778 |

殘差符合恆常性

Brown-Forsythe test

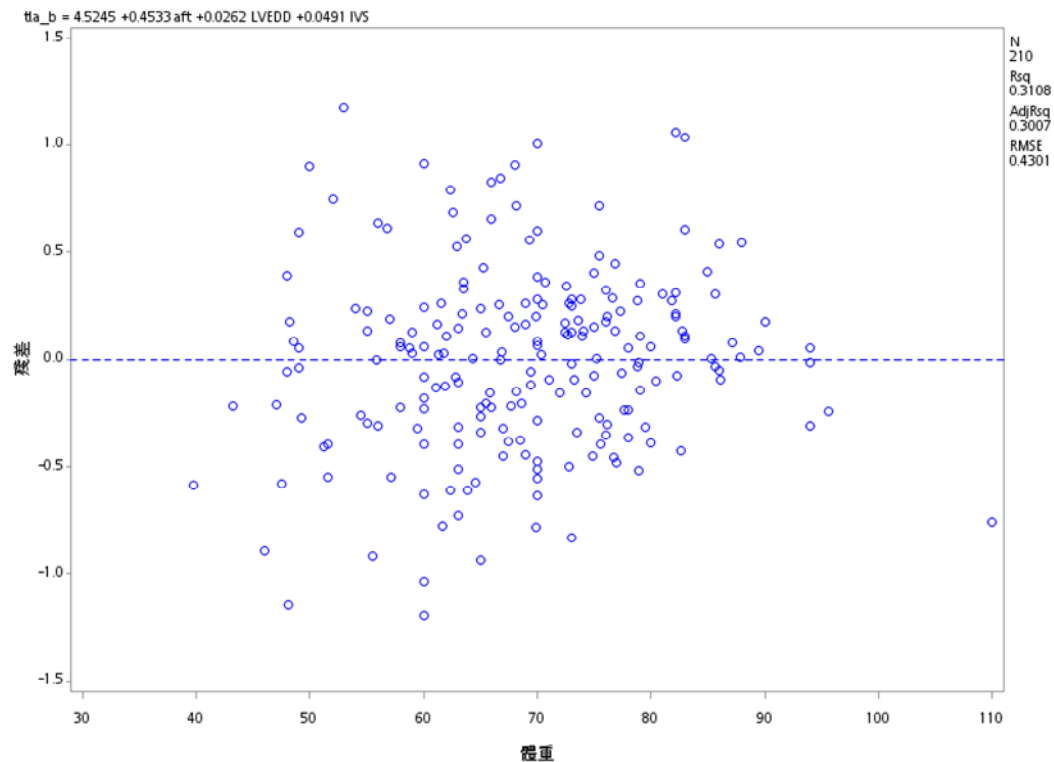
| 方法 | 變異數 | 自由度 | t 值 | Pr > t |
|---------------|-----|--------|-------|---------|
| 集區 | 均等 | 208 | -1.47 | 0.1434 |
| Satterthwaite | 不均等 | 82.253 | -1.42 | 0.1598 |

| 變異數相等性 | | | | |
|----------|-------|-------|------|--------|
| 方法 | 分子自由度 | 分母自由度 | F 值 | Pr > F |
| Folded F | 51 | 157 | 1.15 | 0.5173 |

十二、追加變數圖

原本我們以為體重應該是個重要的變數，現在探討體重要不要加入模型中。

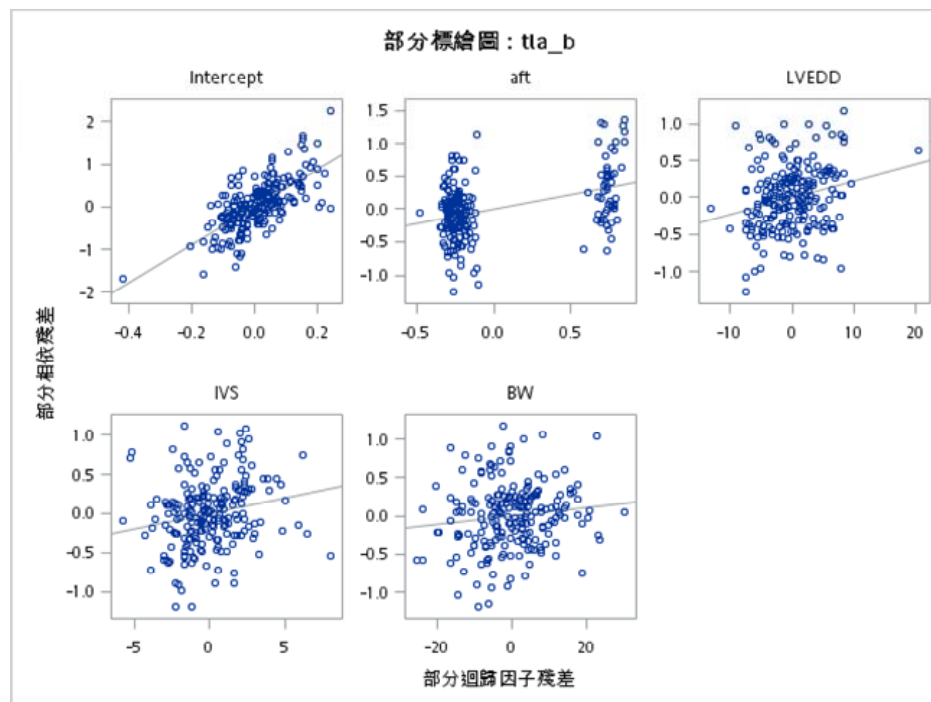
下圖為當變數 **aft**(心房顫動種類) **lvedd**(左心室大小) **ivs**(心室中膈厚度) 已存在模型中,對新預測變數體重的殘差圖，圖型顯示殘差均勻散佈,沒有特定形狀，表示體重不用納入。



從體重的追加變數圖可看出代表迴歸係數估計值的直線斜率呈現出些微的正值, 但體重對於配適值的邊際關係是較薄弱的, 對於模型中包含變數 **aft**(心房顫動種類) **lvedd**(左心室大小) **ivs**(心室中隔厚度) **bw**(體重)是否該剔除 **bw**(體重)之正式 t 檢定, 其 P 值等於 0.0796, 顯示出支持剔除 **bw**(體重)的訊息.

| 參數估計值 | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|---------|---------|-------|---------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t |
| Intercept | Intercept | 1 | 4.44994 | 0.32241 | 13.80 | <.0001 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.44670 | 0.06904 | 6.47 | <.0001 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02264 | 0.00643 | 3.52 | 0.0005 |
| IVS | 心室中隔厚度 | 1 | 0.03957 | 0.01351 | 2.93 | 0.0038 |
| BW | 體重 | 1 | 0.00536 | 0.00305 | 1.76 | 0.0796 |

| 應變數 tla_b 的檢定 1 結果 | | | | |
|--------------------|-----|---------|------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平均值平方 | F 值 | Pr > F |
| 分子 | 1 | 0.56834 | 3.10 | 0.0796 |
| 分母 | 205 | 0.18315 | | |



結論是體重不需加入模型中。

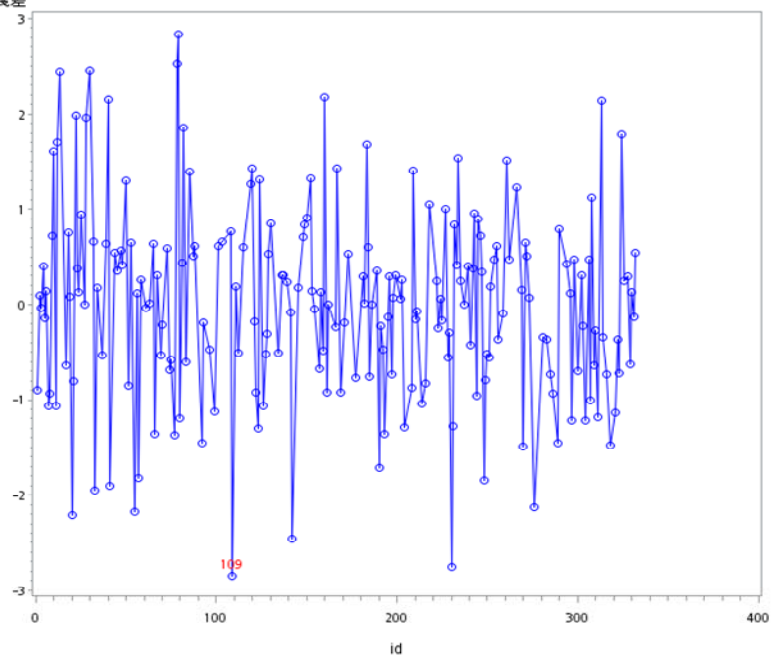
十三、迴歸分析診斷

1. 離群 Y 觀測值之確認：利用 t 化去點殘差

t 化去點殘差絕對值最大的是第 109 個個案=2.848($n=193$, $id=109$)

在全族顯著水準 $\alpha=0.1$ 下，採用 Bonferroni 程序進行檢定，我們需要 $t(1-\alpha/2n; n-p-1)=t(1-0.1/(2*210); 210-4-1)=t(0.999762; 205)$ ，約 3.55。(從 excel 查表可得 $TINV(0.000476; 205)=3.55$)，從正式檢定程序看來第 109 個個案未達顯著水準。沒有離群 Y 觀測值

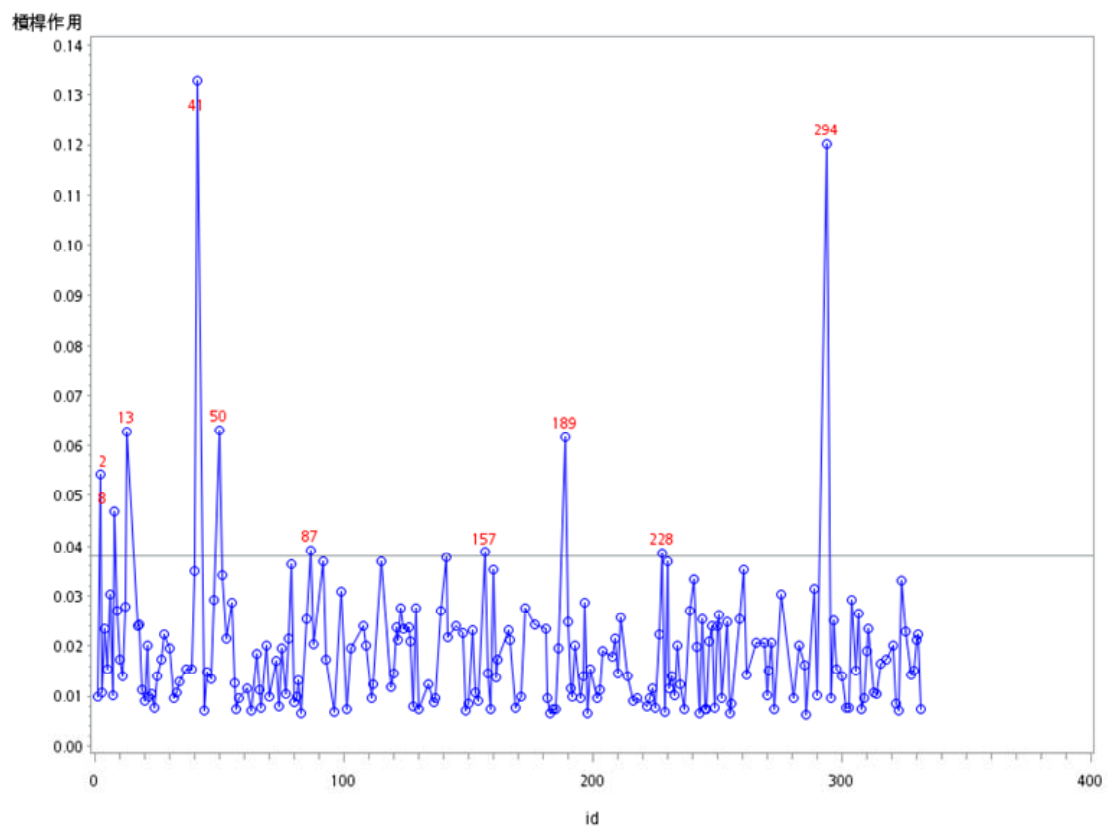
沒有目前觀測值的 Student 化殘差



2. 離群 X 觀測值之確認：利用帽子矩陣槓桿值

$\text{hat} > (2 \cdot 4/210) (\approx 0.038)$, 共有離群 X 觀測值資料十筆.

| Obs | id | n | residual | hat | rstudent | dffits | dp | d | yhat |
|-----|-----|-----|----------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 23 | 87 | 23 | 0.21486 | 0.03917 | 0.50866 | 0.10270 | 0.000014 | 0.00265 | 6.64080 |
| 36 | 13 | 36 | 1.00564 | 0.06286 | 2.44405 | 0.63297 | 0.016932 | 0.09780 | 6.86836 |
| 37 | 2 | 37 | 0.04140 | 0.05419 | 0.09872 | 0.02363 | 0.000000 | 0.00014 | 7.16971 |
| 42 | 8 | 42 | -0.39166 | 0.04674 | -0.93229 | -0.20644 | 0.000226 | 0.01066 | 6.79478 |
| 122 | 294 | 122 | 0.17344 | 0.12025 | 0.42903 | 0.15861 | 0.000080 | 0.00631 | 7.17503 |
| 145 | 157 | 145 | -0.28444 | 0.03870 | -0.67356 | -0.13514 | 0.000042 | 0.00458 | 6.84188 |
| 165 | 228 | 165 | -0.23523 | 0.03860 | -0.55680 | -0.11157 | 0.000020 | 0.00312 | 6.94343 |
| 166 | 41 | 166 | -0.75927 | 0.13271 | -1.90749 | -0.74616 | 0.031716 | 0.13743 | 7.46747 |
| 196 | 50 | 196 | 0.54107 | 0.06311 | 1.30175 | 0.33785 | 0.001572 | 0.02844 | 6.73904 |
| 209 | 189 | 209 | 0.14893 | 0.06171 | 0.35669 | 0.09148 | 0.000009 | 0.00210 | 6.25419 |



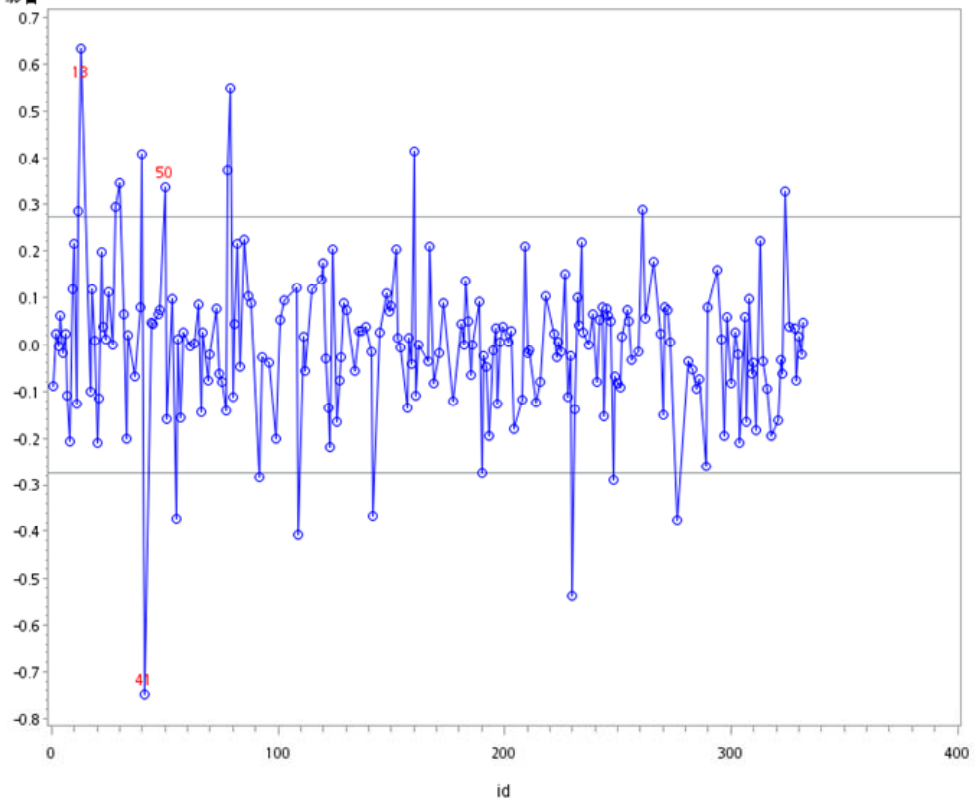
3. 辨識影響個案:對單一配適值之影響：*DFFITS*

$$|DFFITS| > 2 * \sqrt{(4/210)} (\approx 0.276)$$

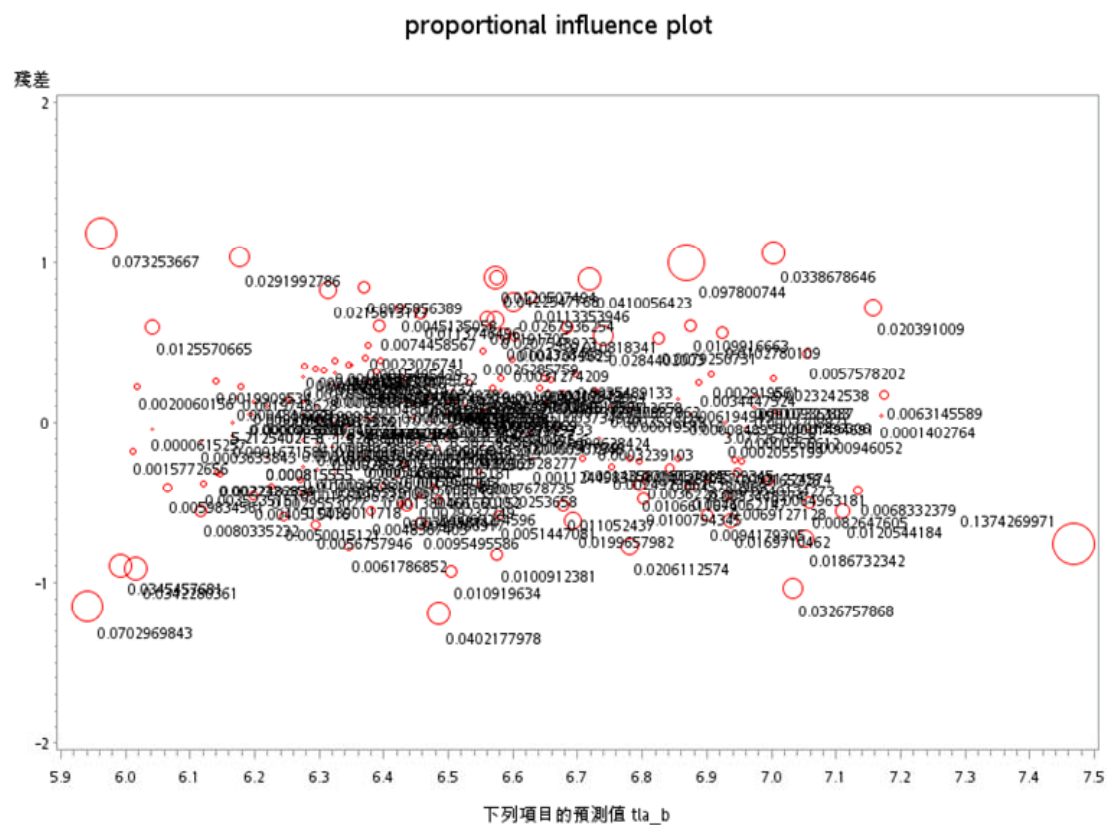
離群 X 觀測值中,共三筆資料有影響

| Obs | id | n | residual | hat | rstudent | dffits | dp | d | yhat |
|-----|----|-----|----------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 36 | 13 | 36 | 1.00564 | 0.06286 | 2.44405 | 0.63297 | 0.016932 | 0.09780 | 6.86836 |
| 166 | 41 | 166 | -0.75927 | 0.13271 | -1.90749 | -0.74616 | 0.031716 | 0.13743 | 7.46747 |
| 196 | 50 | 196 | 0.54107 | 0.06311 | 1.30175 | 0.33785 | 0.001572 | 0.02844 | 6.73904 |

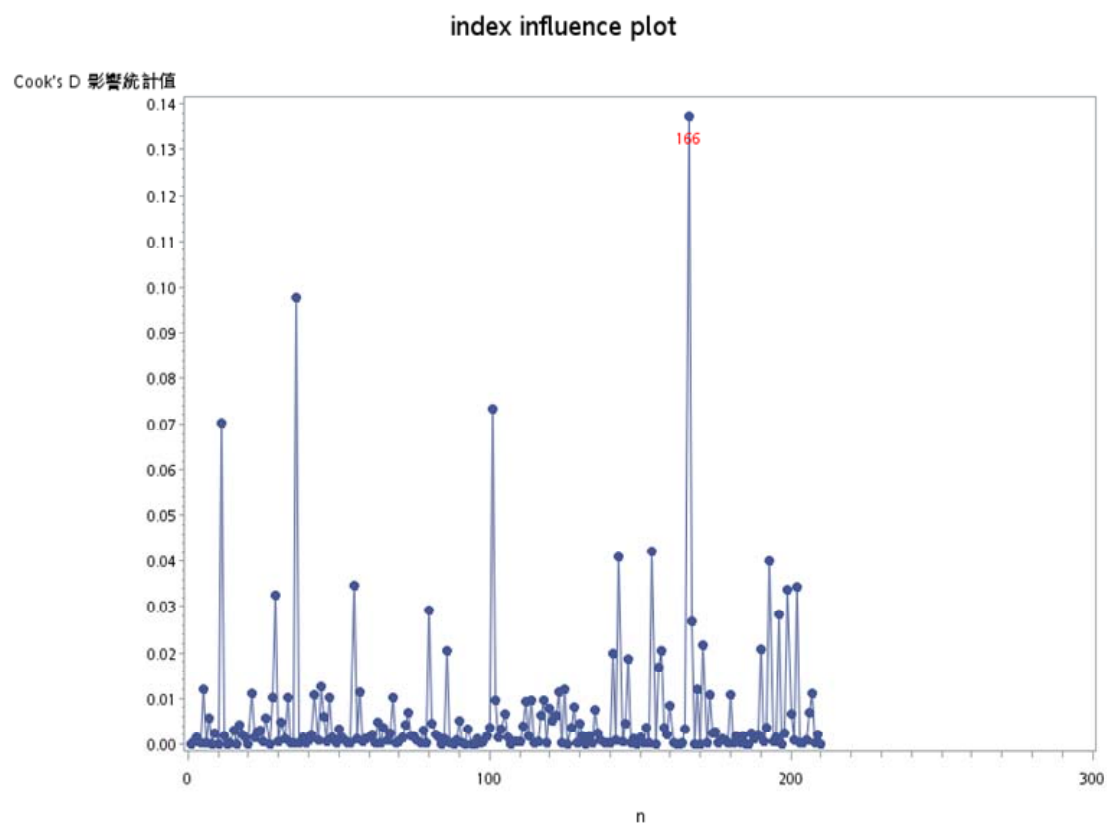
對預測值的標準影響



4. 辨識影響個案:對所有配適值之影響—Cook 距離



最大 cookd 是 N=166 (id=41), 有 0.137426997, 相對於 F 分配的位置在第 3.17 個百分位數值, 對於配適值的影響不大



5. 對迴歸係數之影響：*DFBETAS* 量數

對 DFB_intercept 有影響的個案

| Obs | id | DFFITS | HatDiagonal | cooks | DFB_Intercept | DFB_aft | DFB_LVEDD | DFB_IVS |
|-----|-----|---------|-------------|---------|---------------|---------|-----------|---------|
| 122 | 294 | 0.1586 | 0.1202 | 0.00631 | -0.1459 | -0.0356 | 0.1492 | 0.0197 |
| 166 | 41 | -0.7462 | 0.1327 | 0.13743 | 0.2199 | -0.2067 | 0.1062 | -0.6898 |

對 DFB_aft 有影響的個案

| Obs | id | DFFITS | HatDiagonal | cooks | DFB_Intercept | DFB_aft | DFB_LVEDD | DFB_IVS |
|-----|----|---------|-------------|---------|---------------|---------|-----------|---------|
| 36 | 13 | 0.6330 | 0.0629 | 0.09780 | -0.1342 | 0.2937 | 0.3554 | -0.4327 |
| 166 | 41 | -0.7462 | 0.1327 | 0.13743 | 0.2199 | -0.2067 | 0.1062 | -0.6898 |

對 DFB_lvedd 有影響的個案

| Obs | id | DFFITS | HatDiagonal | cooks | DFB_Intercept | DFB_aft | DFB_LVEDD | DFB_IVS |
|-----|-----|--------|-------------|----------|---------------|---------|-----------|---------|
| 36 | 13 | 0.6330 | 0.0629 | 0.097801 | -0.1342 | 0.2937 | 0.3554 | -0.4327 |
| 122 | 294 | 0.1586 | 0.1202 | 0.006315 | -0.1459 | -0.0356 | 0.1492 | 0.0197 |

對 DFB_ivs 有影響的個案

| Obs | id | DFFITS | HatDiagonal | cooks | DFB_Intercept | DFB_aft | DFB_LVEDD | DFB_IVS |
|-----|----|---------|-------------|---------|---------------|---------|-----------|---------|
| 36 | 13 | 0.6330 | 0.0629 | 0.09780 | -0.1342 | 0.2937 | 0.3554 | -0.4327 |
| 42 | 8 | -0.2064 | 0.0467 | 0.01066 | 0.0779 | 0.0509 | 0.0025 | -0.1906 |
| 166 | 41 | -0.7462 | 0.1327 | 0.13743 | 0.2199 | -0.2067 | 0.1062 | -0.6898 |
| 196 | 50 | 0.3379 | 0.0631 | 0.02844 | -0.0554 | -0.0663 | -0.0854 | 0.3174 |

id=8,13,41,50,294 共五個個案有影響

6. 對推論的影響

原配適迴歸函數:

$$4.52452 + 0.45330 \cdot \text{aft} + 0.02622 \cdot \text{lvedd} + 0.04912 \cdot \text{ivs}$$

排除五個影響個案後的配適迴歸函數:

$$4.52975 + 0.44927 \cdot \text{aft} + 0.02265 \cdot \text{lvedd} + 0.06328 \cdot \text{ivs}$$

兩者差異不大.

直接檢驗這五個個案在預測變數範圍內對於配適迴歸函數推論的影響,先計算所有函數的配適值,再計算排除這五個個案後的配適值,計算兩個配適值間絕對值的平均差異,得到平均差異為 0.4%.而且所有的差異值都小於 5%,在此直接證據下可以知道這五個個案對於推論的影響很小,不需要採取矯正.

| 分析變數: df | | | | |
|----------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| N | 平均值 | 標準差 | 最小值 | 最大值 |
| 210 | 0.0041327 | 0.0035497 | 7.4834065E-6 | 0.0217919 |

| dfyesno | 次數 | 百分比 | 累計 次數 | 累計 百分比 |
|---------|-----|--------|----------|-----------|
| 1 | 210 | 100.00 | 210 | 100.00 |

十四、多重共線性診斷

變異數膨脹因子: VIF 與平均值都在 1 左右,應該沒有嚴重的多重共線性問題.

| 參數估計值 | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|-----------|----------|-------|---------|------------|-----------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數 估計值 | 標準 誤差 | t 值 | Pr > t | 標準化 估計值 | 變異數 膨脹 |
| Intercept | Intercept | 1 | 4.52452 | 0.32125 | 14.08 | <.0001 | 0 | 0 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 0.45330 | 0.06929 | 6.54 | <.0001 | 0.38128 | 1.01516 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02622 | 0.00614 | 4.27 | <.0001 | 0.25073 | 1.02940 |
| IVS | 心室中隔厚度 | 1 | 0.04912 | 0.01243 | 3.95 | 0.0001 | 0.23109 | 1.02259 |

| 分析變數：VarianceInflation 變異數 膨脹 | | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| N | 平均值 | 標準差 | 最小值 | 最大值 |
| 3 | 1.0223804 | 0.0071220 | 1.0151569 | 1.0293964 |

十五、交互作用項

- $il=lvedd*ivs;$
- $al=aft*lvedd;$
- $ai=aft*ivs;$
- $model\ tla_b=aft\ lvedd\ ivs\ ai$

自變數兩兩乘積檢驗有無交互作用項，我們發現 $ai=aft*ivs$ (心房顫動種類*心室中隔厚度)是存在的,將新的方程式重新跑一遍可得以下結果:

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|----------|---------|-------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 4 | 18.64414 | 4.66103 | 26.07 | <.0001 |
| 誤差 | 205 | 36.65747 | 0.17882 | | |
| 配適不足 | 136 | 26.39429 | 0.19408 | 1.30 | 0.1099 |
| 純誤差 | 69 | 10.26318 | 0.14874 | | |
| 已校正的總計 | 209 | 55.30161 | | | |

| | | | |
|-------|---------|---------|--------|
| 根 MSE | 0.42287 | R 平方 | 0.3371 |
| 應變平均值 | 6.53150 | 調整 R 平方 | 0.3242 |
| 變異係數 | 6.47428 | | |

| 參數估計值 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----|----------|---------|-------|---------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| 變數 | 標籤 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第一型 SS | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第一型 | 平方偏相關第二型 | 變異數膨脹 | 95% 信賴界限 |
| Intercept | Intercept | 1 | 4.37839 | 0.31994 | 13.69 | <.0001 | 8958.69839 | 33.48906 | 0 | . | . | 0 | 3.74759 5.00918 |
| aft | 心房顫動種類 | 1 | 1.38999 | 0.33513 | 4.15 | <.0001 | 9.98225 | 3.07616 | 1.16914 | 0.18051 | 0.07742 | 24.57300 | 0.72925 2.05074 |
| LVEDD | 左心室大小 | 1 | 0.02334 | 0.00612 | 3.82 | 0.0002 | 4.31675 | 2.60391 | 0.22321 | 0.09525 | 0.06632 | 1.05814 | 0.01128 0.03540 |
| IVS | 心室中隔厚度 | 1 | 0.07316 | 0.01484 | 4.93 | <.0001 | 2.88801 | 4.34424 | 0.34416 | 0.07043 | 0.10595 | 1.50784 | 0.04389 0.10242 |
| ai | | 1 | -0.07612 | 0.02667 | -2.85 | 0.0048 | 1.45713 | 1.45713 | -0.81718 | 0.03823 | 0.03823 | 25.34419 | -0.12870 -0.02355 |

可以發現調整 R 平方變高了，但是多重共線性的問題也跑出來(變異數膨脹因子變高了)。跟原先估計值的共變異數相比，迴歸係數估計的變異性擴大了。

- $S^2\{\text{aft}\}=0.1123118744$, $S\{\text{aft}\}=0.335$
- $S^2\{\text{ivs}\}=0.0002202848$, $S\{\text{ivs}\}=0.0148$

| 估計值的共變異數 | | | | | | |
|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 變數 | 標籤 | Intercept | aft | LVEDD | IVS | ai |
| Intercept | Intercept | 0.1023608502 | -0.015341577 | -0.001627842 | -0.001746208 | 0.0013651449 |
| aft | 心房顫動種類 | -0.015341577 | 0.1123118744 | -0.000371604 | 0.0027150182 | -0.008750256 |
| LVEDD | 左心室大小 | -0.001627842 | -0.000371604 | 0.000037403 | -0.000018123 | 0.0000268789 |
| IVS | 心室中隔厚度 | -0.001746208 | 0.0027150182 | -0.000018123 | 0.0002202848 | -0.000224527 |
| ai | | 0.0013651449 | -0.008750256 | 0.0000268789 | -0.000224527 | 0.0007111127 |

於是我們將變數置中再跑一遍

| 參數估計值 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|----------|---------|-------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|-------------------|
| 變數 | 自由度 | 參數估計值 | 標準誤差 | t 值 | Pr > t | 第一型 SS | 第二型 SS | 標準化估計值 | 平方偏相關第一型 | 平方偏相關第二型 | 允差 | 變異數膨脹 | 95% 信賴界限 |
| Intercept | 1 | 0.00566 | 0.02925 | 0.19 | 0.8467 | 0 | 0.00670 | 0 | . | . | . | 0 | -0.05200 0.06333 |
| cx1 | 1 | 0.47011 | 0.06837 | 6.88 | <.0001 | 9.98225 | 8.45415 | 0.39541 | 0.18051 | 0.18741 | 0.97777 | 1.02274 | 0.33531 0.60491 |
| cx2 | 1 | 0.02334 | 0.00612 | 3.82 | 0.0002 | 4.31675 | 2.60391 | 0.22321 | 0.09525 | 0.06632 | 0.94506 | 1.05814 | 0.01128 0.03540 |
| cx3 | 1 | 0.05431 | 0.01236 | 4.39 | <.0001 | 2.88801 | 3.45368 | 0.25549 | 0.07043 | 0.08610 | 0.95678 | 1.04518 | 0.02994 0.07867 |
| cx1x3 | 1 | -0.07612 | 0.02667 | -2.85 | 0.0048 | 1.45713 | 1.45713 | -0.16638 | 0.03823 | 0.03823 | 0.95184 | 1.05059 | -0.12870 -0.02355 |

降低多重共線性後，迴歸係數估計的變異性與原來相似

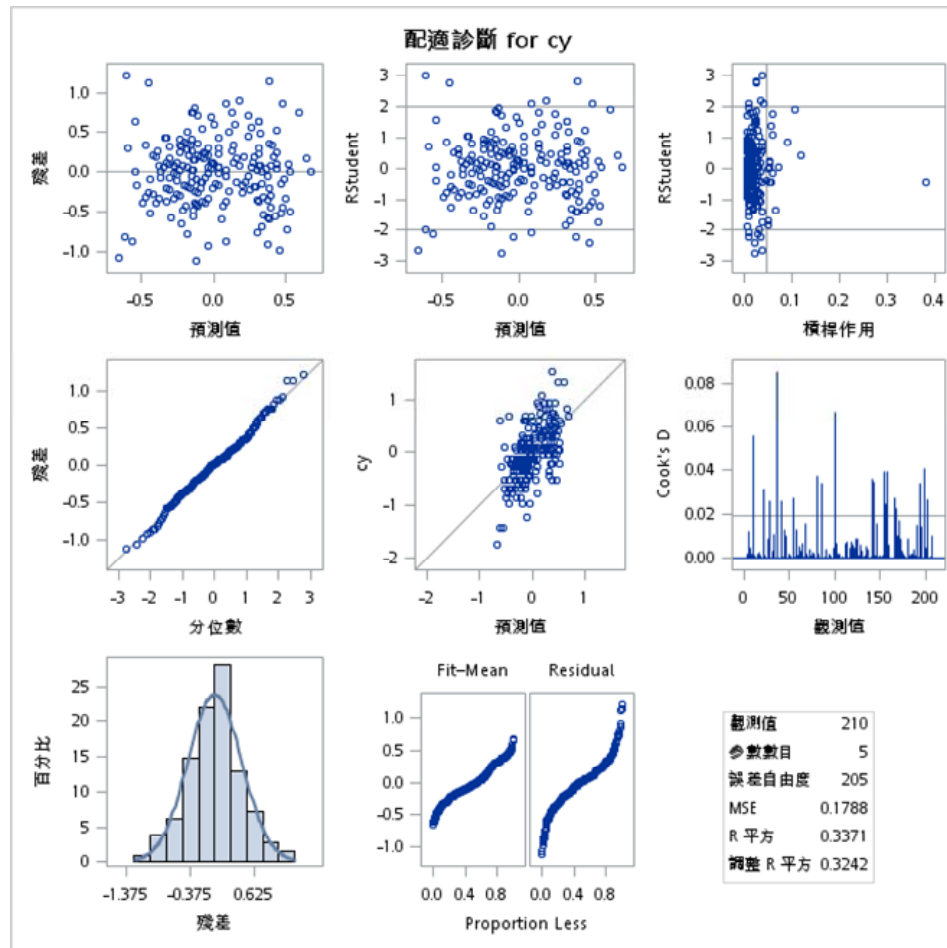
- $S^2\{\text{aft}\}=0.0046744619$, $S\{\text{aft}\}=0.068$
- $S^2\{\text{lvedd}\}=0.000037403$, $S\{\text{lvedd}\}=0.0061$
- $S^2\{\text{ivs}\}=0.0001526923$, $S\{\text{ivs}\}=0.012$

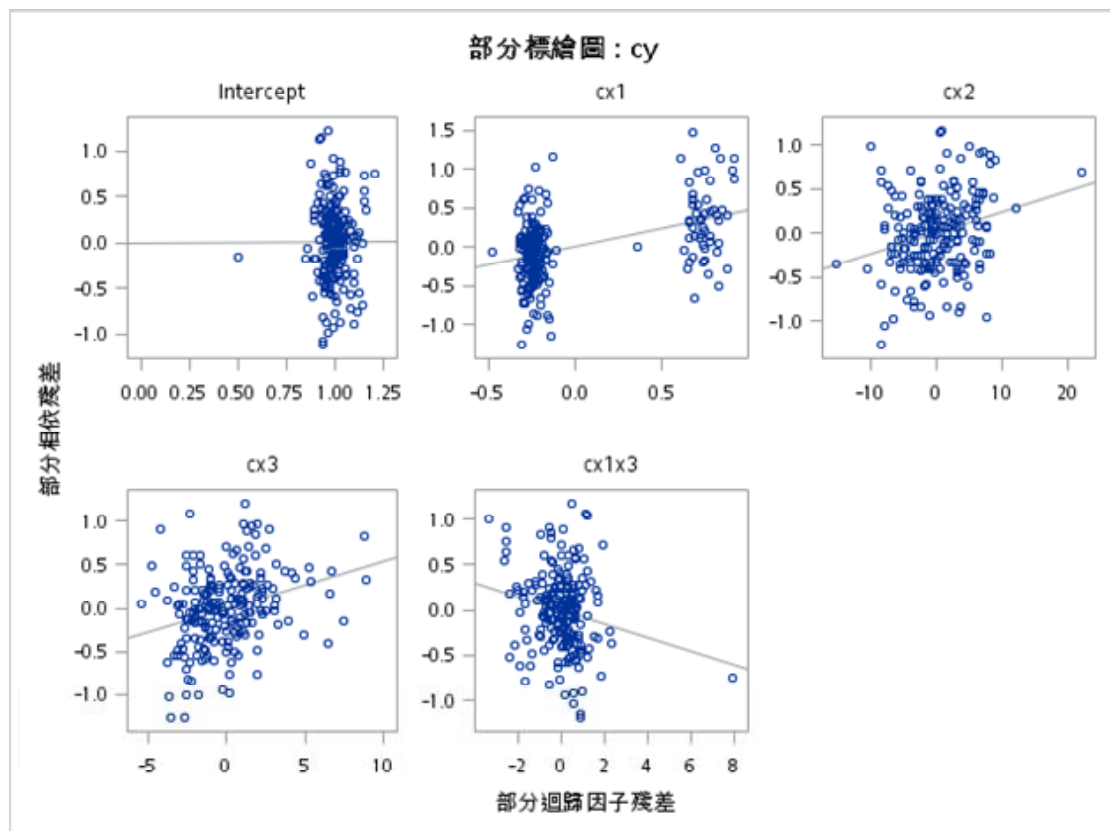
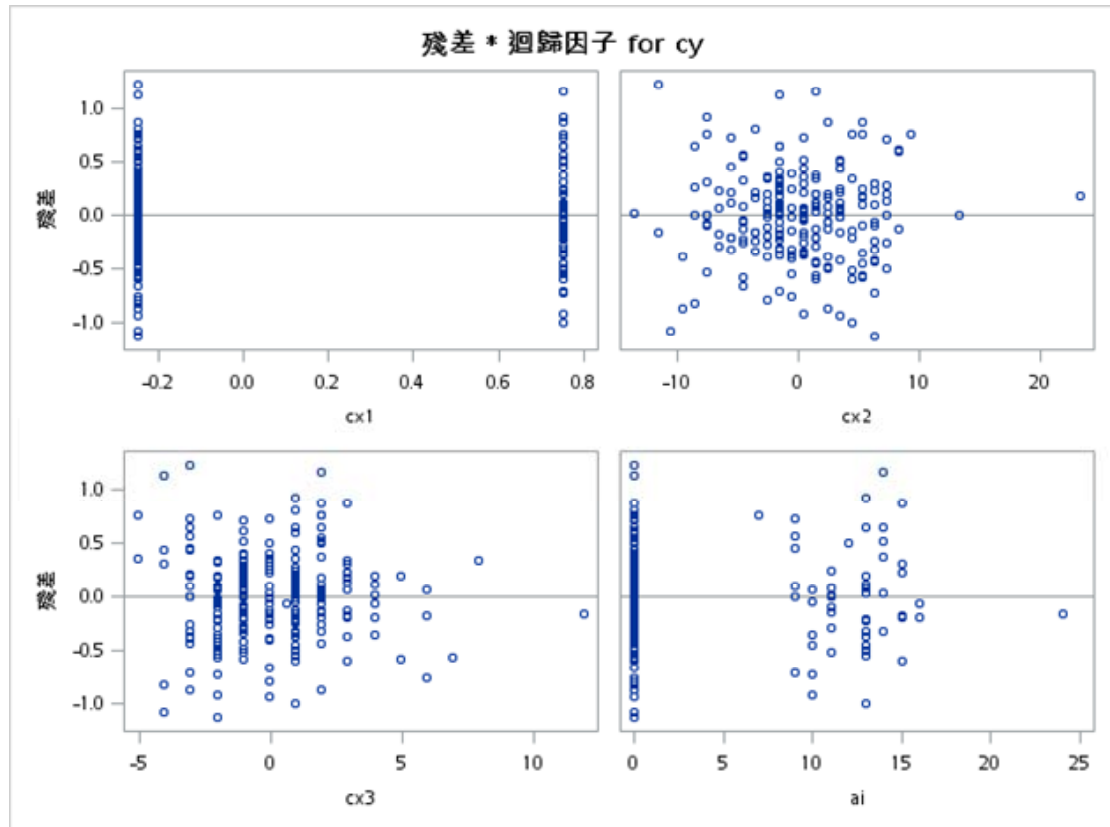
| 估計值的共變異數 | | | | | |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 變數 | Intercept | cx1 | cx2 | cx3 | cx1x3 |
| Intercept | 0.0008554419 | 0.0000116731 | -1.998915E-6 | 3.6025193E-6 | -0.000052884 |
| cx1 | 0.0000116731 | 0.0046744619 | -0.000046791 | -0.000037101 | -0.000156966 |
| cx2 | -1.998915E-6 | -0.000046791 | 0.000037403 | -0.000011467 | 0.0000268789 |
| cx3 | 3.6025193E-6 | -0.000037101 | -0.000011467 | 0.0001526923 | -0.000048442 |
| cx1x3 | -0.000052884 | -0.000156966 | 0.0000268789 | -0.000048442 | 0.0007111127 |

最終我們得到的方程式是

$$0.00566 + 0.47011 \cdot cx1 + 0.02334 \cdot cx2 + 0.05431 \cdot cx3 - 0.07612 \cdot cx1 \cdot x3$$

從標準化估計值可知心房顫動種類有最大的影響力。





殘差

殘差屬於常態分配

| 常態性檢定 | | | | |
|--------------------|------|----------|-----------|---------|
| 檢定 | 統計值 | | p 值 | |
| Shapiro-Wilk | W | 0.993023 | Pr < W | 0.4244 |
| Kolmogorov-Smirnov | D | 0.041501 | Pr > D | >0.1500 |
| Cramer-von Mises | W-Sq | 0.075743 | Pr > W-Sq | 0.2387 |
| Anderson-Darling | A-Sq | 0.468487 | Pr > A-Sq | 0.2498 |

殘差符合恆常性

Breusch-Pagan test

| 變異數分析 | | | | | |
|--------|-----|----------|-----------|------|--------|
| 來源 | 自由度 | 平方和 | 平均值 平方 | F 值 | Pr > F |
| 模型 | 4 | 0.46263 | 0.11566 | 1.63 | 0.1680 |
| 誤差 | 205 | 14.54730 | 0.07096 | | |
| 已校正的總計 | 209 | 15.00992 | | | |

十六、結論

無論是心室或心房，皆會因長期壓力及容積過度負荷而擴大。當高血壓、嚴重瓣膜逆流升高心室灌流壓力，會使心房壁張力增加而導致腔室擴張。同時，左心房壓力增加也會造成心房動作電位縮短，因而使心房顫動容易被誘發；另一方面，實驗已經證明持續的心房顫動會改變電流傳導以及影響左心房的結構重塑，也就是說，心房顫動與左心房大小的關係複雜，想要建立彼此的因果關係較為困難，因影響左心房的結構改變因素不僅僅是心律不整，而是可能與潛在的心臟病態生理學有關，所以過去許多有關左心房大小的研究都會排除心房顫動的病人。此次迴歸期末報告，嘗試以因心房顫動接受電生理手術病患的非侵襲性檢查資料探討與左心房大小(預測值)有關的預測因子。我們得到的迴歸方程式與造成左心房變大的生理機制相符：一旦心房顫動變成慢性的，左心房的結構被重塑，會使得心房顫動日益嚴重，亦即就因心房顫動接受電生理手術病患而言，最主要影響左心房大小的變數是心房顫動種類。從結果可知，偶發性心房顫動的病人其左心室越大，心室中隔越厚（代表心室灌流壓力大），左心房越大。慢性心房顫動的病人左心房較偶發性心房顫動的病人大(由截距可得)，且與左心室大小呈正相關；但由於交互作用的影響，心室中隔厚度的影響減弱。由以上結果,建議有心房顫動的病人應及早治療，避免變成慢性心房顫動，與左心房擴大彼此影響，造成治療上的困難及增加病患發生腦血管梗塞中風機率。