

Применение современных методов многомерной статистики к анализу данных оперативного лечения митральной недостаточности

Щербакова И.С., гр. 651

Санкт-Петербургский государственный университет
Математико-механический факультет

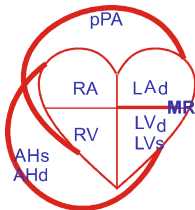
Научные руководители: к.ф.-м.н., д. Барт А.Г. ,
к.ф.-м.н., д. Алексеева Н.П.

Рецензент: ст. научн. сотр. НИИММ Солнцев В.Н.

Санкт-Петербург
2007г.

Операции проводились в НИИ кардиологии им. В.А. Алмазова
МЗ РФ в период 1995 — 2003 гг.

Митральная недостаточность — это неполное смыкание створок клапана во время систолы желудочков. В результате кровь попадает не только в аорту, но и возвращается в левое предсердие, и при очередном сокращении предсердий в желудочек попадает большее количество крови. С течением времени такая перегрузка объемом левых камер сердца приводит к их растяжению и слабости и развитию сердечной недостаточности.



Протезирование ? Реконструктивная операция

Структура данных

	Временные точки								
	0			1		...	6		
Тип операции	Демография	Эхо КГ	Клиника	Эхо КГ	Клиника	...	Эхо КГ	Клиника	
Пластика									Ind = 0
$N = 50$									
Протезирование									Ind = 1
$N = 33$									

83 индивида,
224 признака
в 7 временных точках

Основные признаки

LAd	Размер левого предсердия	(мм)
LVd	Размер левого желудочка диастолический	(мм)
LVs	Размер левого желудочка систолический	(мм)
RA	Правое предсердие	(мм)
RV	Правый желудочек	(мм)
pPA	Давление в ЛА	(мм.рт.ст.)
ANs	Давление систолическое	(мм.рт.ст.)
ANd	Давление диастолическое	(мм.рт.ст.)
EF	Фракция выброса	(отн.ед.)

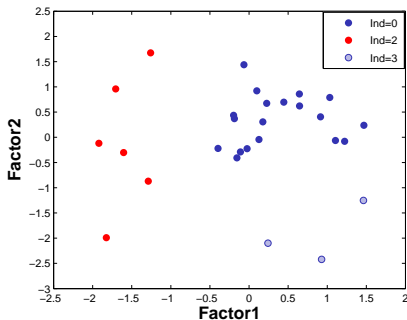
×

0	1	2	3
до операции	после операции	через год	через 2 года

Основные методы

- Факторный анализ
Исследование групп на однородность
 - Дискриминантный анализ
Прогноз "неэффективности" операции
по начальной точке
 - Непараметрические методы
 - Дисперсионный анализ
 - Канонический анализ
Сравнение групп: анализ средних,
анализ корреляционных связей
-
- Кривые саногенеза

Выявление группы "неудачной пластики"



MR2, MR3

LAd2, LAd3,
LVd2, LVd3,
pPA2, pPA3,

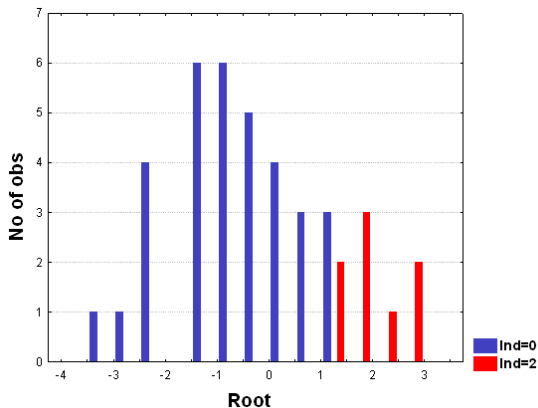


$(LAd2 - LAd0) / LAd0,$

...

Factor1 — общий эффект,
Factor2 — локальный эффект.

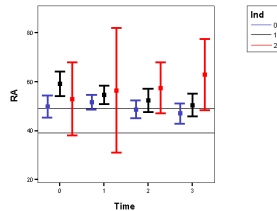
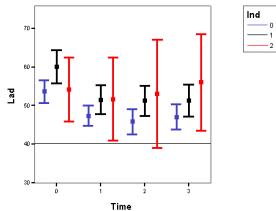
Прогнозирование неэффективности пластики по начальной точке



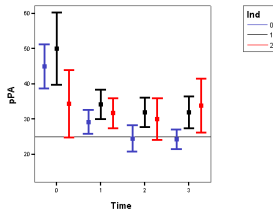
Var	0 : 2
Age	<
Work	<
Education	>
Weight	<
LAd0	>
LVd0	>
AHd0	>

	Ind=0	Ind=2
Ind=0	33	0
Ind=2	0	8

Сравнение групп

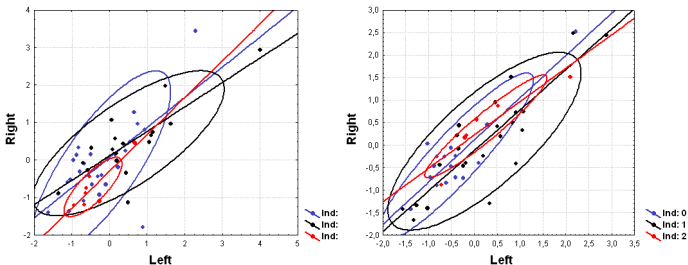


Различия: LAd, RA — (Ind=0 & Ind=1 ↘) (Ind=0 & Ind=2 ↗)

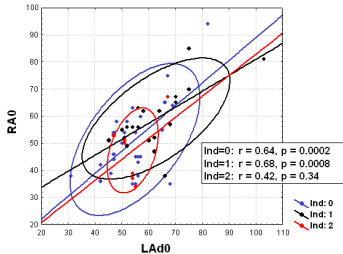


Различия: pPA — ↗

Анализ корреляционных связей



Left — малый круг кровообращения — LAd,
Right — большой круг кровообращения — RA.



Кривые саногенеза

Пусть имеем m независимых реализаций $x_j(t) = u_j(t) + iv_j(t)$ комплексного марковского нормального стационарного процесса с нулевым средним и ковариационной функцией:

$$B(t) = \sigma^2 e^{-\eta|t| - i\tau t}, \quad \eta > 0,$$

наблюдаемых в моменты $t = 1, 2, \dots, k$. Предположим, что $u_j(t)$ и $v_j(t)$ независимы.

Вещественная часть ковариационной функции:

$$S(t) = \sigma^2 \exp^{-\eta t} \cos(\tau t), \quad t > 0, \eta > 0$$

— кривая саногенеза.

Theorem

Инвариантность $\hat{\eta}$ и сдвиг $\hat{\tau}$ на угол θ при повороте.

Возможные значения авто- и кросс-корреляций для действительной и мнимой частей КМНС

Рассмотрим процессы: $u(t), v(t)$, $t = \{1, 2\}$. Обозначим:

$$r_{11} = Eu(1)u(2),$$

$$r_{22} = Ev(1)v(2),$$

$$r_{12} = Eu(1)v(2),$$

$$r_{21} = Ev(1)u(2),$$

$$r_{ij} = \{-1, 0, 1\}; i, j = \{1, 2\}.$$

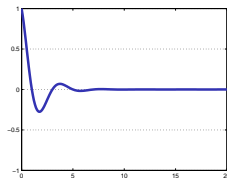
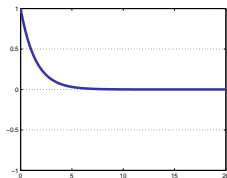
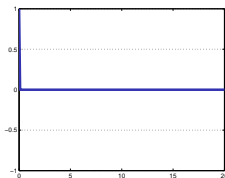
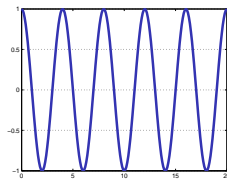
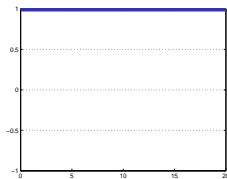
Theorem

Ограничения на коэффициенты корреляции:

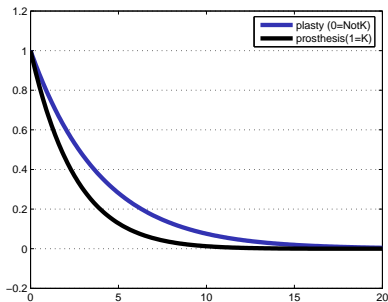
- ❶ если $r_{11} = \pm 1$, тогда $r_{12} = r_{21} = 0$;
- ❷ если $r_{22} = \pm 1$, тогда $r_{12} = r_{21} = 0$;
- ❸ если $r_{12} = \pm 1$, тогда $r_{11} = r_{22} = 0$;
- ❹ если $r_{21} = \pm 1$, тогда $r_{11} = r_{22} = 0$.

⇒ 5 типов кривых

5 типов кривых саногенеза



Оценка параметров кривых саногенеза



	plasty	prosthesis
$\hat{\eta}$	0,25	0,39
$\hat{\tau}$	-0,04	0,09

Var	Factor1	Factor2
LAd	+	
LVd	+	
LVs	+	
RA	+	
AHs		+
AHd		+
EF	-	

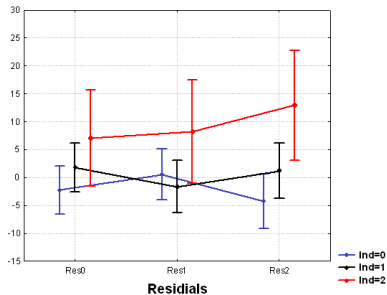
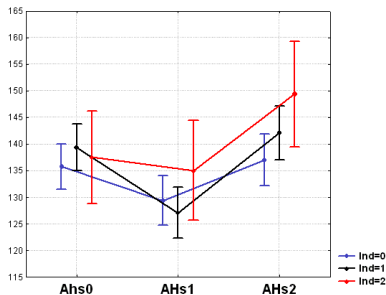
Ind=0: $r_{22} = 0,891$;

$p = 0,001$.

Ind=1: $r_{22} = 0,791$;

$p = 0,004$.

Динамика систолического давления



Effect	p
AHd0	<0.0001
Ind	0.03
R1	<0.0001
R1*AHd0	<0.0001
R1*Ind	0.09

Effect	p
Ind	0.03
R1*Ind	0.09

Выводы

- 1 Удалось выделить группу "неудачных операций" (для них: ниже образование, тяжелее труд).
 - 2 "Удачные операции", в отличие от "неудачных", характеризуются сильной связью между размерами желудочков.
 - 3 А также высокой корреляцией между давлением до и после операции.
-
- 4 Рассмотрена зависимость оценок кривых саногенеза от изменений (вращения) мнимой и действительной частей комплексного процесса.
 - 5 Выделены 5 типов кривых саногенеза.