

# LMM recap


OBIETTIVO: cercare di indagare l'effetto di ITI e CSI sui tempi di risposta.

Abbiamo eseguito degli LMM considerando (separatamente) come random effect i seguenti fattori :

- ▶ Subject (nell'anova che vi avevamo mostrato consideriamo ogni soggetto viene utilizzato per calcolare più di un tempo di risposta -> osservazioni non indipendenti)
- ▶ opzione 2: parametri dell'esperimento (non ci interessano di per sè, ma potrebbero influire sulla varianza dei tempi di risposta)
- ▶ ITI (tempo di riposo, fissato a 4? livelli)
- ▶ CSI (tempo in cui viene mostrato lo stimolo, fissato a due livelli)

## DUBBI:

- E' vero che se una covariata ha significatività nel modello lineare di partenza non possiamo considerarlo come random effect nel LMM?
- o forse può essere trattato come random effect a patto che sia inclusa anche come covariata normale nel modello?



- Ha senso considerare CSI e ITI come random effect se è una covariata con due soli livelli?

# LMM con CSI come random effect

PUNTO DI PARTENZA:  
Linear Model con  
DIAGNOSI e CSI come  
covariate:

Vogliamo controllare se  
CSI abbia effetto nullo  
sulla media (hp di  
random intercept)

```
43  
44 csi.lm <- lm(tempi.csi ~ diagn_csi + CSI.label)  
45 summary(csi.lm)  
46 summary(csi.lm)$sigma^2  
47 coef=csi.lm$coefficients  
48  
49  
47:1 (Top Level) ↕
```

Console Terminal x Render x Jobs x

R 4.1.3 · G:/Il mio Drive/Brain Connectivity/materiale/ ↗

```
call:  
lm(formula = tempi.csi ~ diagn_csi + CSI.label)  
  
Residuals:  
      Min       1Q   Median       3Q      Max   
-0.5271 -0.1506 -0.0027  0.1370  0.4980  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)      
(Intercept)   0.72072    0.01559  46.217  <2e-16 ***  
diagn_csiSCHZ  0.23452    0.02228  10.525  <2e-16 ***  
CSI.labelSHORT 0.17666    0.02013   8.775  <2e-16 ***  
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
Residual standard error: 0.1883 on 347 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.3511,    Adjusted R-squared:  0.3474  
F-statistic: 93.88 on 2 and 347 DF,  p-value: < 2.2e-16  
  
> summary(csi.lm)$sigma^2  
[1] 0.03546467
```

# LMM con CSI come random effect

```
65
66 #inizio con il modello Random Effects
67
68 csi.lmer <- lmer(tempi.csi ~ diagn_csi + CSI.label + (1|CSI.label))
69 summary(csi.lmer)
70
```

71:1 # (Untitled) ↕

Console Terminal × Render × Jobs ×

R 4.1.3 · G:/Il mio Drive/Brain Connectivity/materiale/ ↗

Linear mixed model fit by REML ['lmerMod']  
Formula: tempi.csi ~ diagn\_csi + CSI.label + (1 | CSI.label)

REML criterion at convergence: -159.4

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.79891	-0.79969	-0.01436	0.72746	2.64469

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
CSI.label	(Intercept)	0.005696	0.07547
	Residual	0.035465	0.18832

Number of obs: 350, groups: CSI.label, 2

Fixed effects:

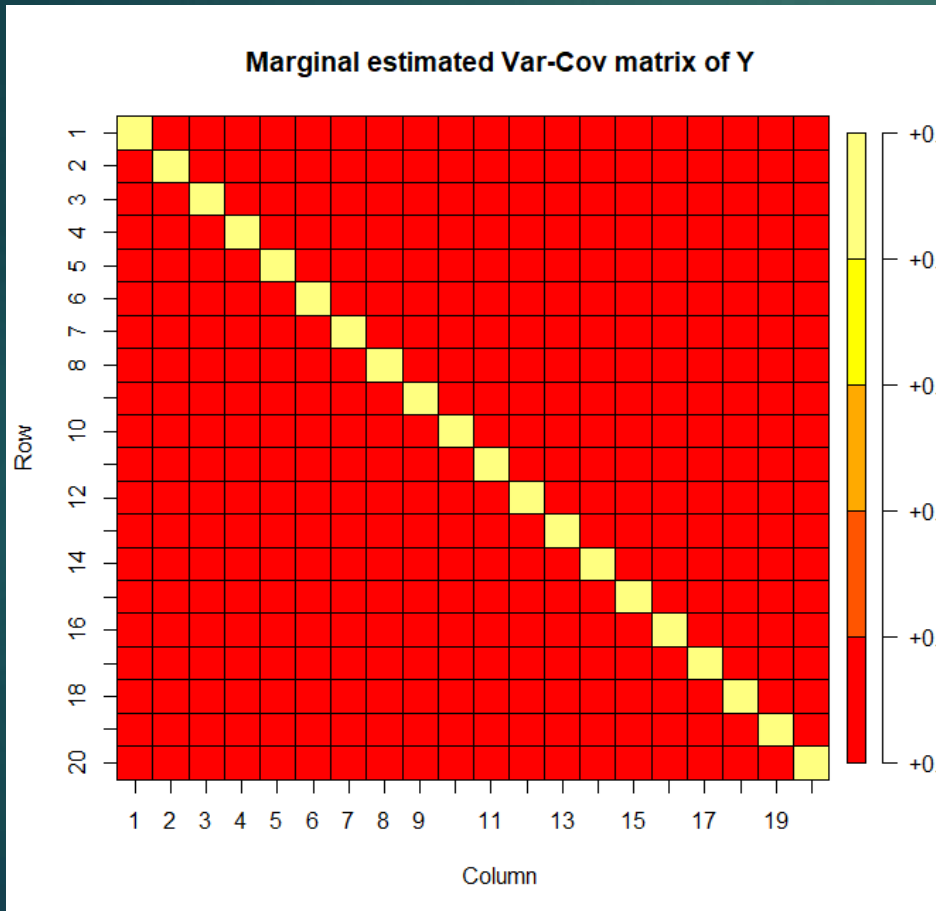
	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	0.72072	0.07706	9.352
diagn_csiSCHZ	0.23452	0.02228	10.525
CSI.labelSHORT	0.17666	0.10861	1.626

Correlation of Fixed Effects:

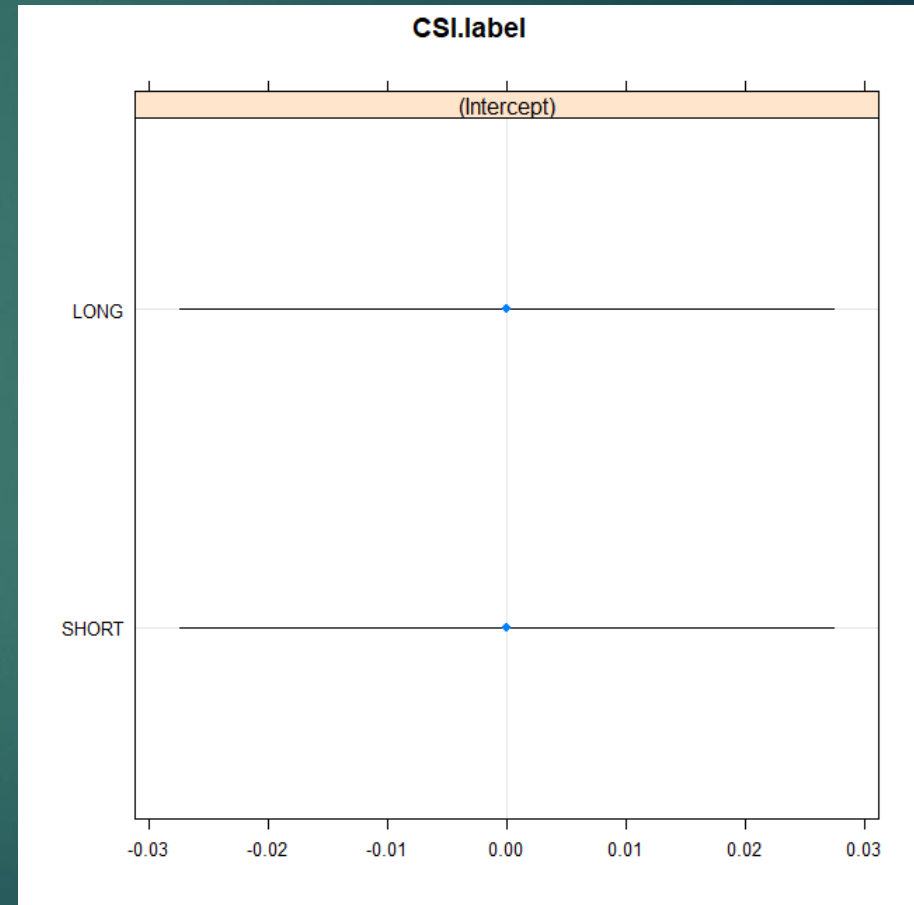
	(Intr) d_SCHZ
dign_cssSCHZ	-0.083
CSI.lbsSHORT	-0.705 0.000


# CSI come random effect

Perché la matrice è diagonale se c'è interazione fra i gruppi?



E' corretto il fatto che CSI dia questo dotplot?  
E è conseguenza del fatto che abbiamo considerato il CSI sia come covariata che come random effect?



- 
- ▶ IL nostro percorso è stato:
  - ▶ - siamo partiti dal ipotizzare un modello in cui le osservazioni fossero indipendenti
  - ▶ - abbiamo poi quantificato attraverso gli LMM sui soggetti quanto questa assunzione non sia verificata

# LMM con subject come random effect

PUNTO DI PARTENZA:  
Linear Model con  
DIAGNOSI e SWITCH  
come covariate  
(= anova vista scorsa  
volta)

```
42 lm.switch <- lm(tempi ~ diagn + switch.label)
43 summary(lm.switch)
44 summary(lm.switch)$sigma^2
45
```

46:1 (Top Level) ▾

Console Terminal × Render × Jobs ×

R 4.1.3 · G:/Il mio Drive/Brain Connectivity/materiale/ ↗

Call:  
lm(formula = tempi ~ diagn + switch.label)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.57563	-0.14678	-0.01809	0.15188	0.46282

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	0.78220	0.01596	49.006	< 2e-16	***
diagnSCHZ	0.23088	0.02281	10.123	< 2e-16	***
switch.labelSWITCH	0.10496	0.02061	5.094	5.78e-07	***

---

signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1928 on 347 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.2701, Adjusted R-squared: 0.2659  
F-statistic: 64.21 on 2 and 347 DF, p-value: < 2.2e-16

```
> summary(lm.switch)$sigma^2
[1] 0.03715308
```



# LMM con subject come random effect

```
50 #inizio con il modello Random Effects
51
52 lmer.switch <- lmer(as.numeric(tempi) ~ diagn + switch.label + (1|subject), data = df)
53 summary(lmer.switch)
54
```

55:1 # (Untitled) ↕

R 4.1.3 · G:/Il mio Drive/Brain Connectivity/materiale/ ↗

REML criterion at convergence: -364.3

Scaled residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.27556	-0.48194	-0.05614	0.41158	2.85846

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
subject	(Intercept)	0.03159	0.17775
Residual		0.00565	0.07516

Number of obs: 350, groups: subject, 175

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	0.782204	0.017073	45.815
diagnSCHZ	0.230877	0.031044	7.437
switch.labelSWITCH	0.104959	0.008035	13.062

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr) dgSCHZ
diagnSCHZ	-0.520
swtc.SWITCH	-0.235 0.000

```

73 ## the conditional variance-covariance matrix of Y (diagonal matrix)
74 SigmaErr = sigma^2 * (I.n)
75 SigmaErr[1:4, 1:4] ## visualization of individual 1
76

```

66:1 # (Untitled) ↕

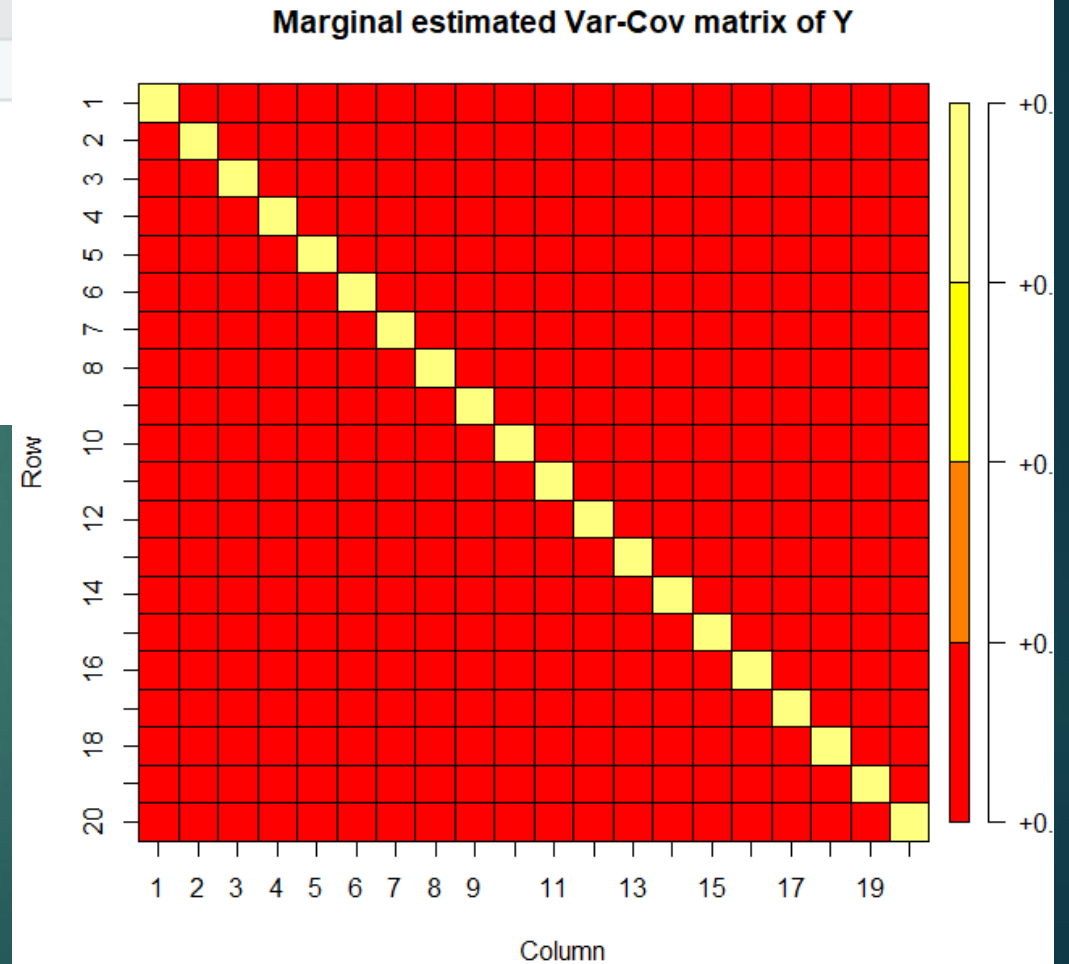
Console Terminal × Jobs ×

R 4.1.3 · G:/I mio Drive/Brain Connectivity/materiale/ ↗

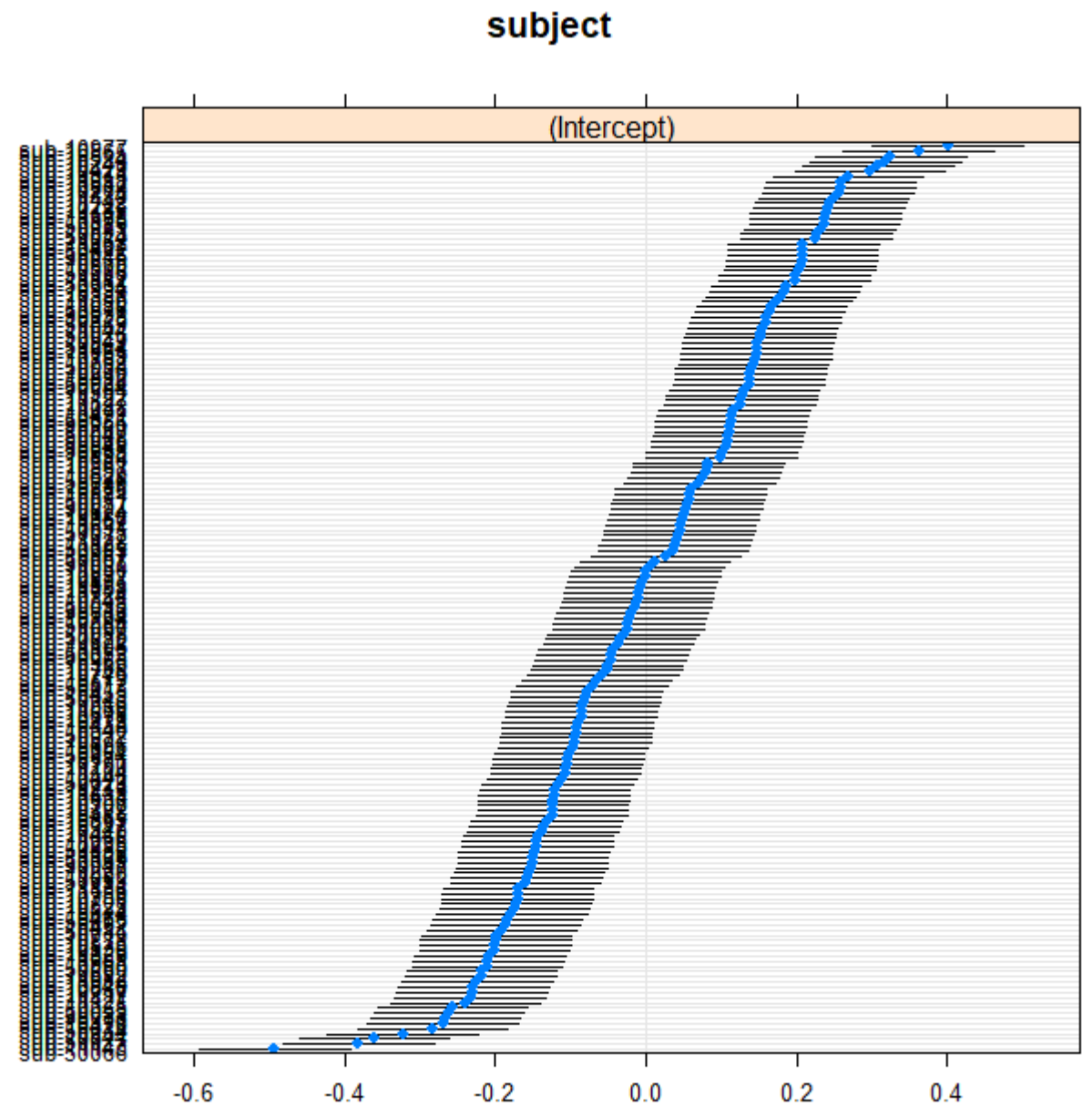
```

[4,] . . . 0.005649753
> SigmaErr[1:4, 1:4] ## visualization of individual 2
4 x 4 diagonal matrix of class "ddiMatrix"
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]
[1,] 0.005649753 . . .
[2,] . 0.005649753 . .
[3,] . . 0.005649753 .
[4,] . . . 0.005649753

```



```
[1] 0.8483049  
> PVRE <- sigma2_b/(sigma2_b+sigma2_eps)  
> PVRE # 84%  
[1] 0.8483049
```



- 
- ▶ Should we introduce a correction on the Correlation matrix to address the problem of dipendence between observations of the same group?