Faktoriális ANOVA

Két vagy több független faktor

Adatfájlok

- Gueguen(2012).csv
- MScStatAdatok.csv
- Davey(2003).csv

Definíciók

- **Faktoriális ANOVA**
  – ANOVA modell egy folytonos függő változóval és egynél több diszkrét független változóval. A változókat faktornak hívjuk.

- **Főhatás (main effect)**
  – Az egyes faktorok hatása a többi faktortól függetlenül.

- **Interakció (interaction)**
  - Két vagy több faktor egymástól függő hatása, tehát akkor beszélünk A és B faktor interakciójáról, ha pl. A faktornak más a hatása B faktor egyik szintjén, mint B faktor másik szintjén.

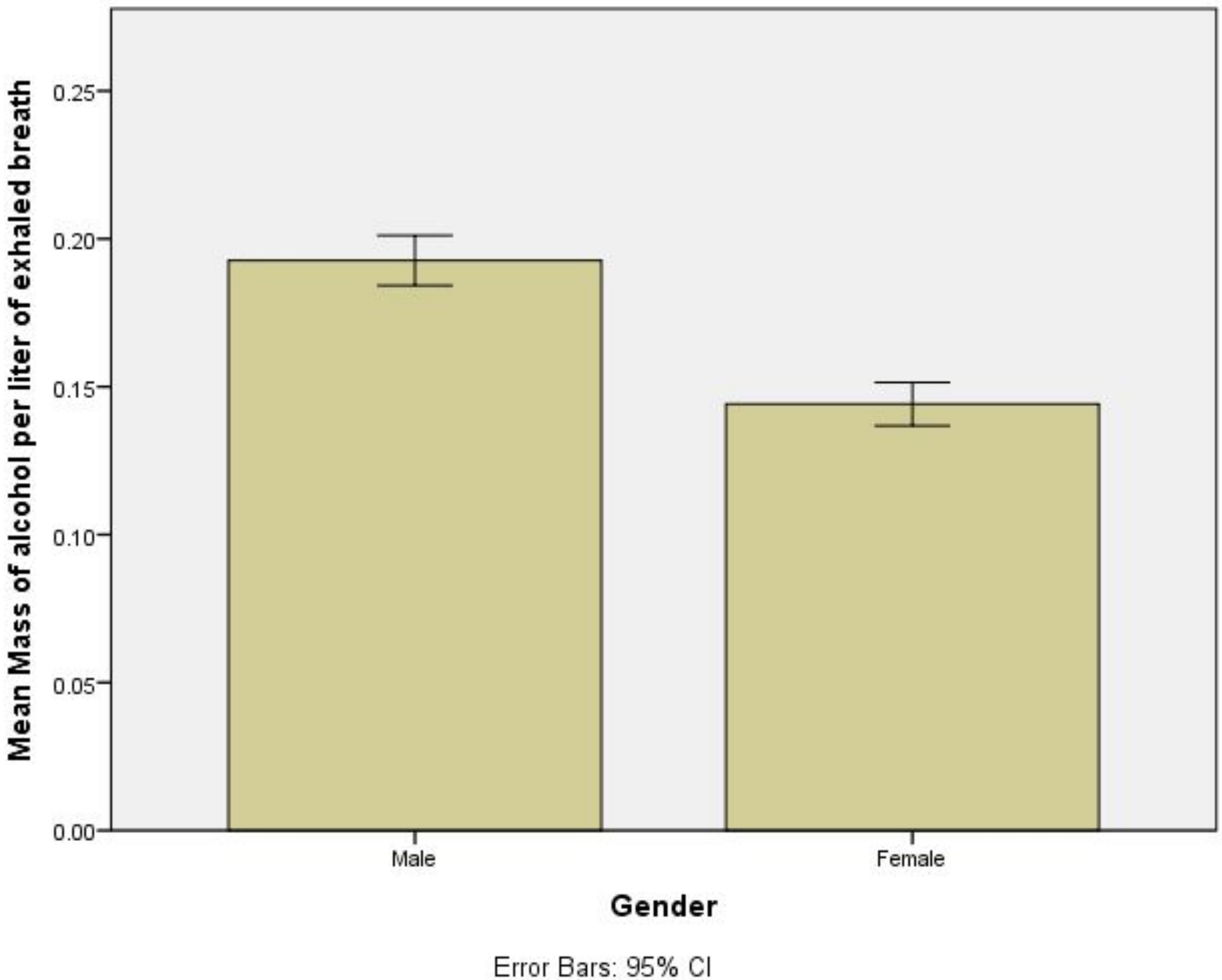
- **(Egyszerű főhatás (simple main effect)**
  – Az egyik faktor egyik szintjének összehasonlítása a másik faktor valamelyik szintjével)

Példa: Gueguen(2012).csv

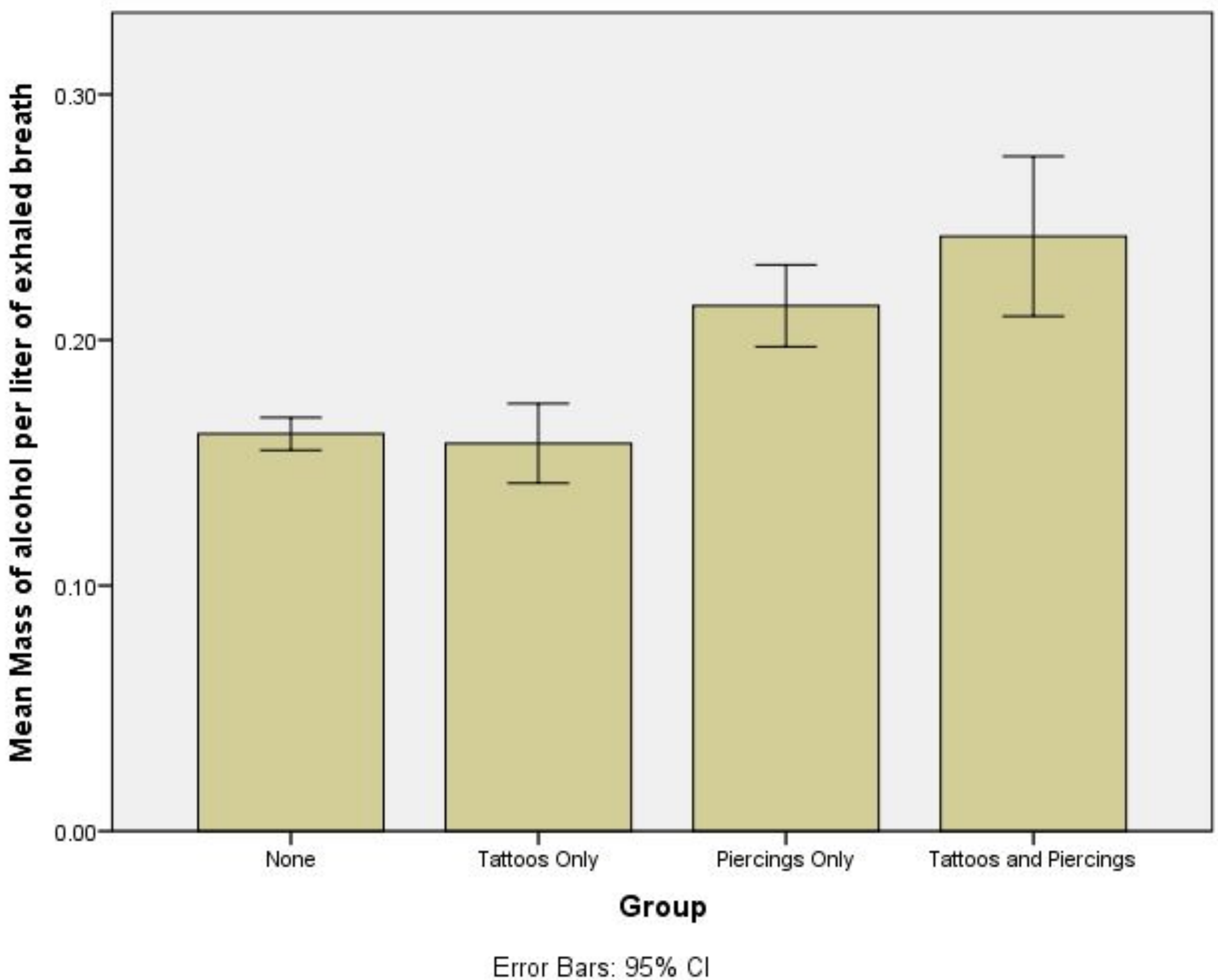
Hipotézis: a testdekorációval rendelkező személyek kockázatvállalóbbak, mint a testdekorációval nem rendelkező személyek, ÉS ez inkább igaz a nőkre, mint a férfiakra.

- Függő változó: véralkoholszint egy kocsmából kijövet
- Faktor 1: testdekoráció (nincs, tetkó, piercing, tetkó és piercing
- Faktor 2: nem (férfi, nő)

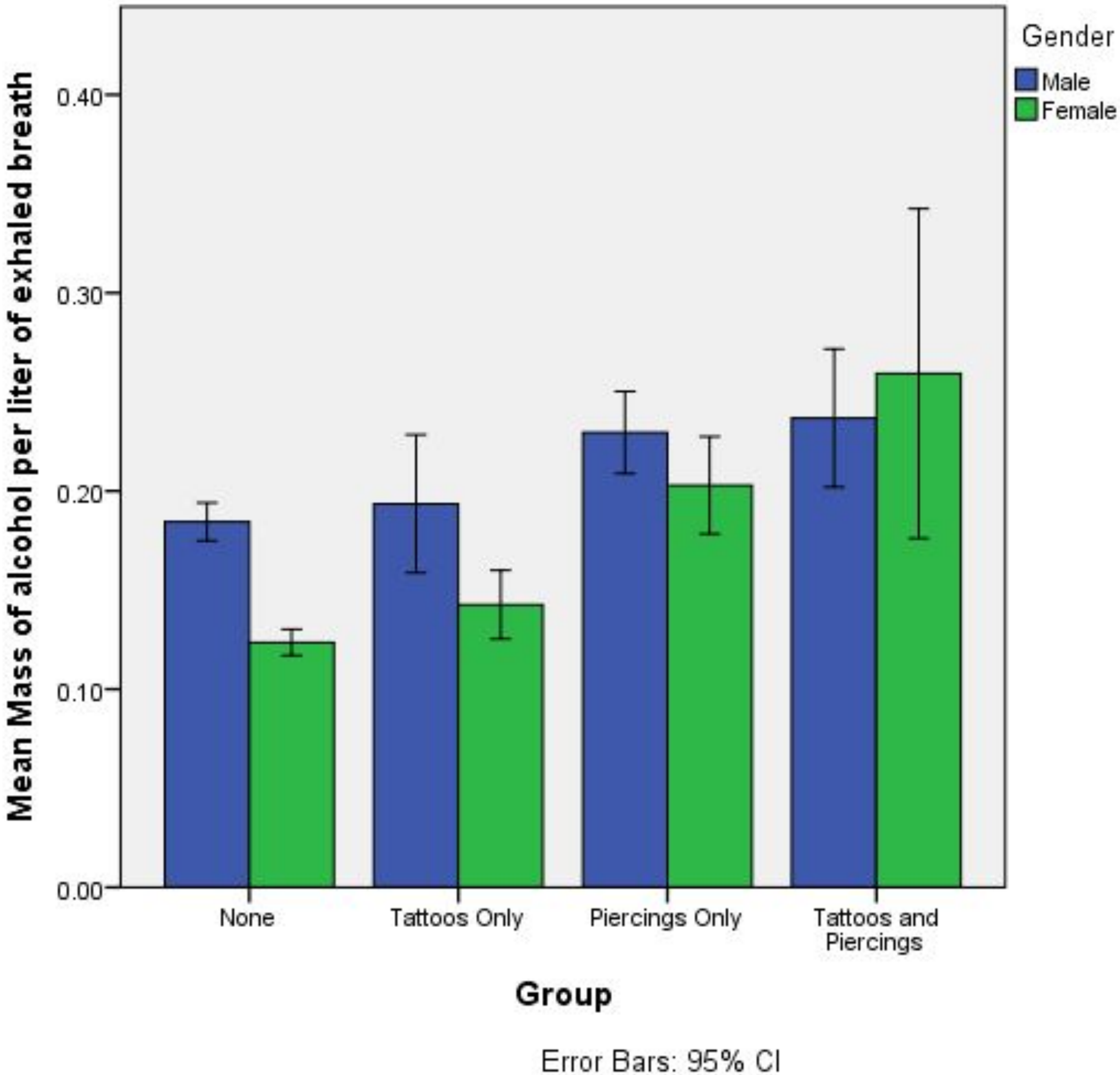
- Dizájn: 2 x 4 (two by four, kétszer négyes) faktoriális ANOVA modell
- Eredmények:
  - Nem főhatása: férfiak és nők alkoholfogyasztása közötti különbség testdekorációtól függetlenül)
  - Testdekoráció főhatása: négy csoport (tetkó, piercing, tetkó+piercing, semmi) alkoholfogyasztása közötti különbség nemtől függetlenül
  - Interakció: eltérően hat-e a testdekoráció a nők illetve a férfiak alkoholfogyasztására

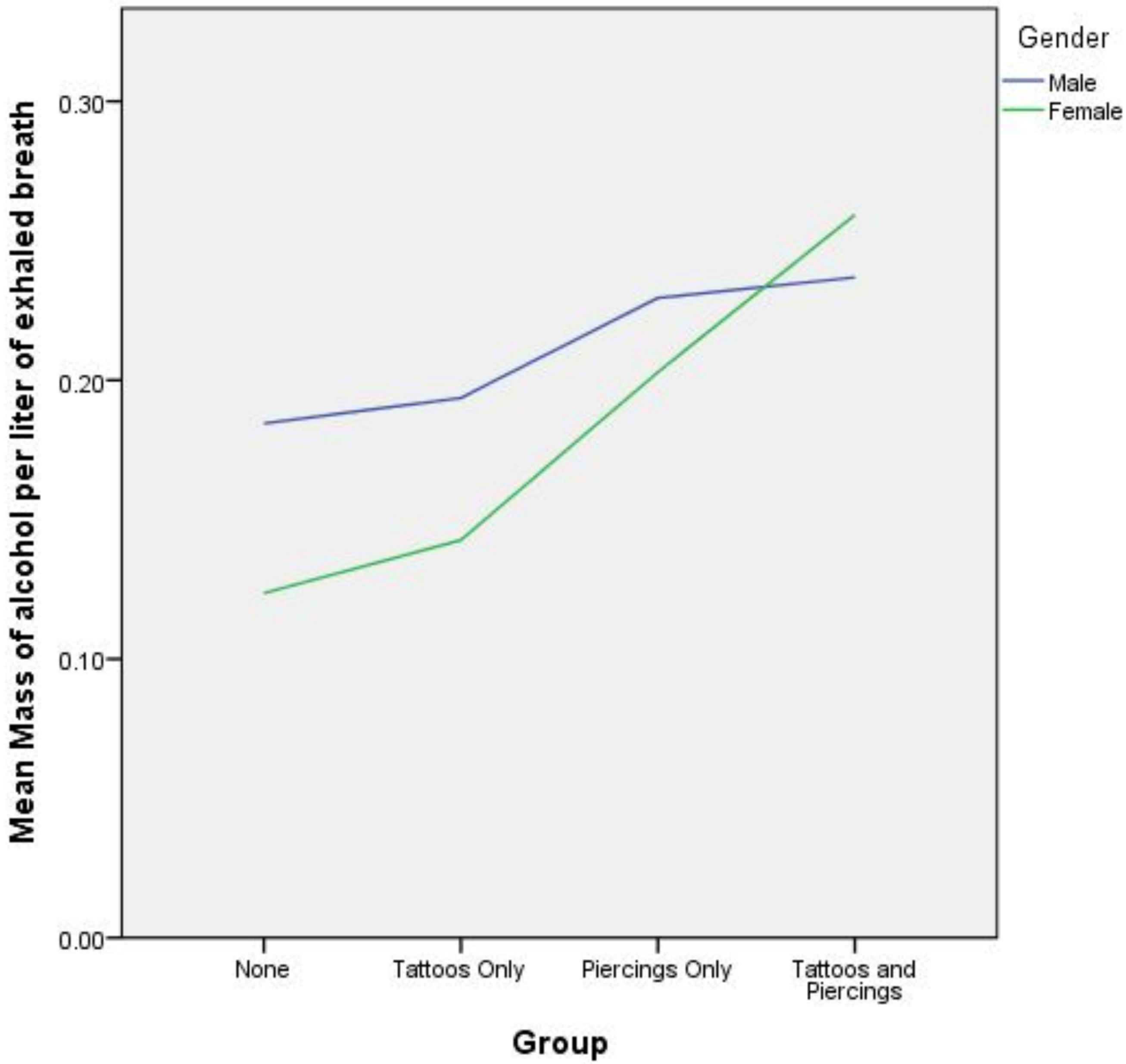


Mean Mass of alcohol per liter of exhaled breath
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Male
Female
Gender
Error Bars: 95% CI



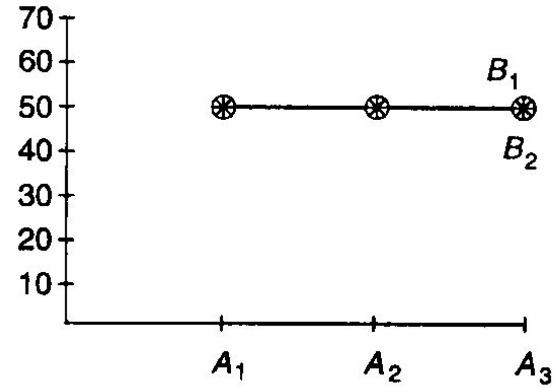
Mean Mass of alcohol per liter of exhaled breath
0.30
0.20
0.10
0.00
None
Tattoos Only
Piercings Only
Tattoos and Piercings
Group
Error Bars: 95% CI


Gender
Male
Female
Mean Mass of alcohol per liter of exhaled breath
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
None
Tattoos Only
Piercings Only
Tattoos and Piercings
Group
Error Bars: 95% CI


Mean Mass of alcohol per liter of exhaled breath
0.30
0.20
0.10
0.00
None
Tattoos Only
Piercings Only
Tattoos and Piercings
Group
Gender
Male
Female

Lehetséges eredmények

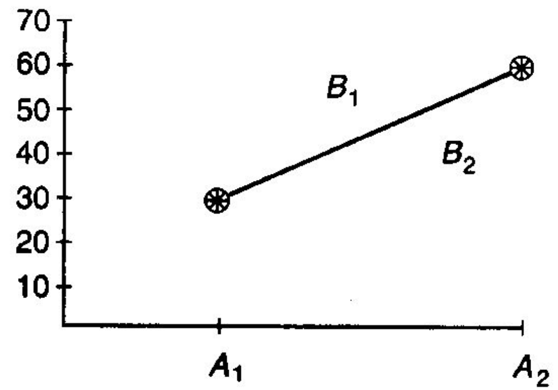
	A_1	A_2	A_3	Mean
B_1	50	50	50	50
B_2	50	50	50	50
Mean	50	50	50	



Nincs hatás

(a) 3 × 2 Factorial (*A*, *B*, and the interaction are not significant)

	A_1	A_2	Mean
B_1	30	60	45
B_2	30	60	45
Mean	30	60	

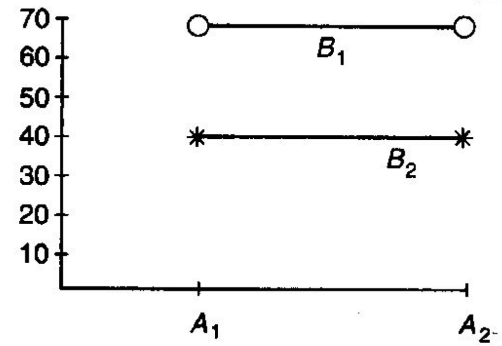


A főhatása

(b) 2 × 2 Factorial (*A* is significant; *B* and the interaction are not significant)

Lehetséges eredmények

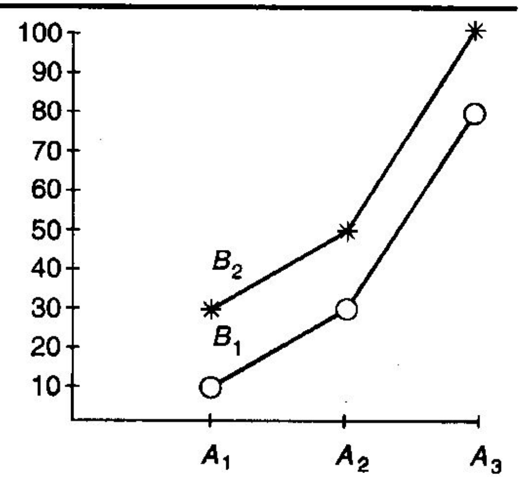
	A_1	A_2	Mean
B_1	70	70	70
B_2	40	40	40
Mean	55	55	



B főhatása

(c) 2 × 2 Factorial (*B* is significant; *A* and the interaction are not significant)

	A_1	A_2	A_3	Mean
B_1	10	30	80	40
B_2	30	50	100	60
Mean	20	40	90	

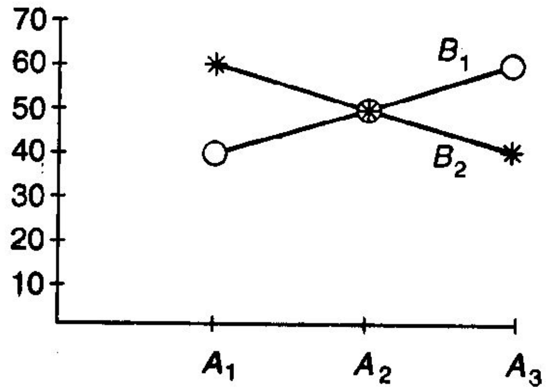


A és B főhatása

(d) 3 × 2 Factorial (*A* and *B* are significant; the interaction is not significant)

Lehetséges eredmények

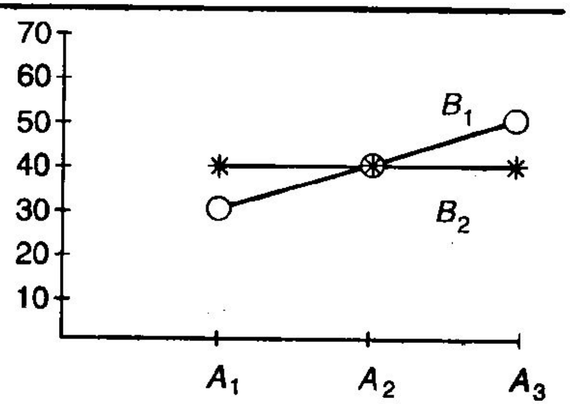
	A_1	A_2	A_3	Mean
B_1	40	50	60	50
B_2	60	50	40	50
Mean	50	50	50	



A és B interakciója főhatás nélkül

(e) 3 × 2 Factorial (the interaction is significant: *A* and *B* are not significant)

	A_1	A_2	A_3	Mean
B_1	30	40	50	40
B_2	40	40	40	40
Mean	35	40	45	

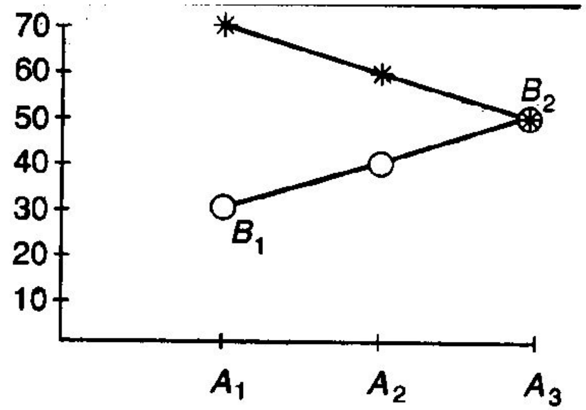


A és B interakciója + A főhatása

(f) 3 × 2 Factorial (*A* and the interaction are significant; *B* is not significant)

Lehetséges eredmények

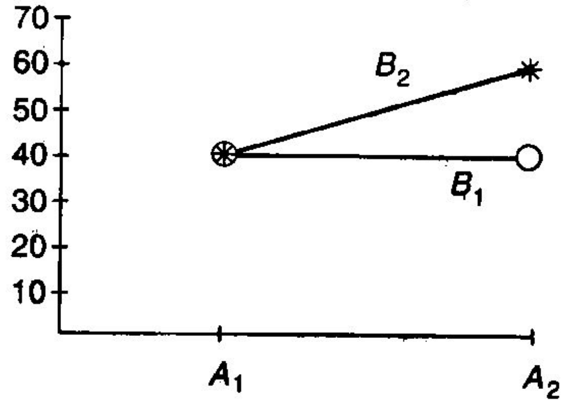
	A_1	A_2	A_3	Mean
B_1	30	40	50	40
B_2	70	60	50	60
Mean	50	50	50	



A és B interakciója + B főhatása

(g) 3 × 2 Factorial (*B* and the interaction are significant; *A* is not significant)

	A_1	A_2	Mean
B_1	40	40	40
B_2	40	60	50
Mean	40	50	



A és B interakciója + A főhatása + B főhatása

(h) 2 × 2 Factorial (*A*, *B*, and the interaction are significant)

FORMÁLISAN

Az ANOVA modell alapja (emlékeztető)

Eredménye: F arányszám (F ratio) =

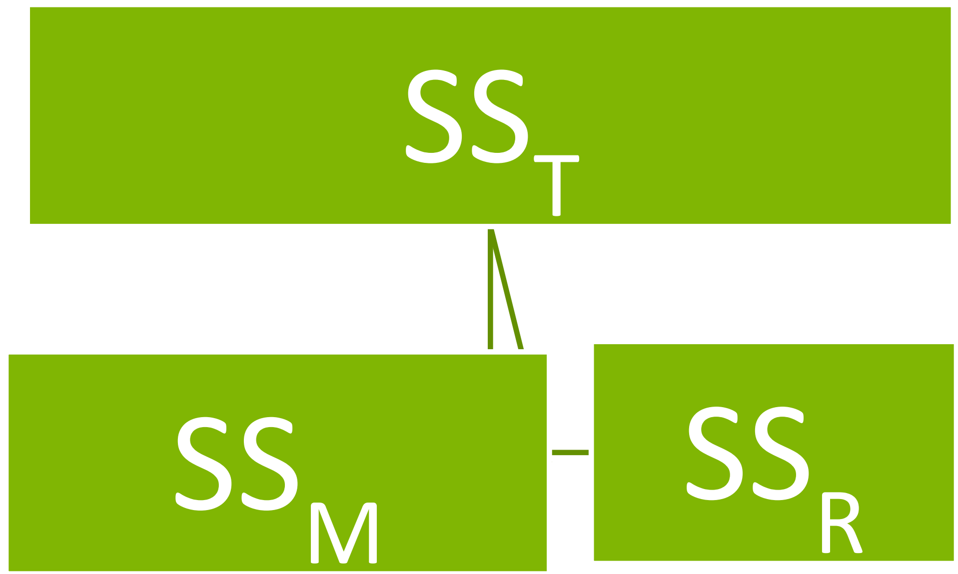
$$\frac{Szisztematikus\ variancia}{Random\ variancia\ (hiba)}$$

Szisztematikus variancia: a kísérleti manipulációnak (a független változó hatásának) köszönhető variancia (különbségek az átlagok között)

Random variancia (hiba): random különbségek a kísérleti személyek között

Ha a szisztematikus variancia nagy a hibavarianciához képest, szignifikáns eredményünk van: a független változó szignifikáns hatással van a függő változóra

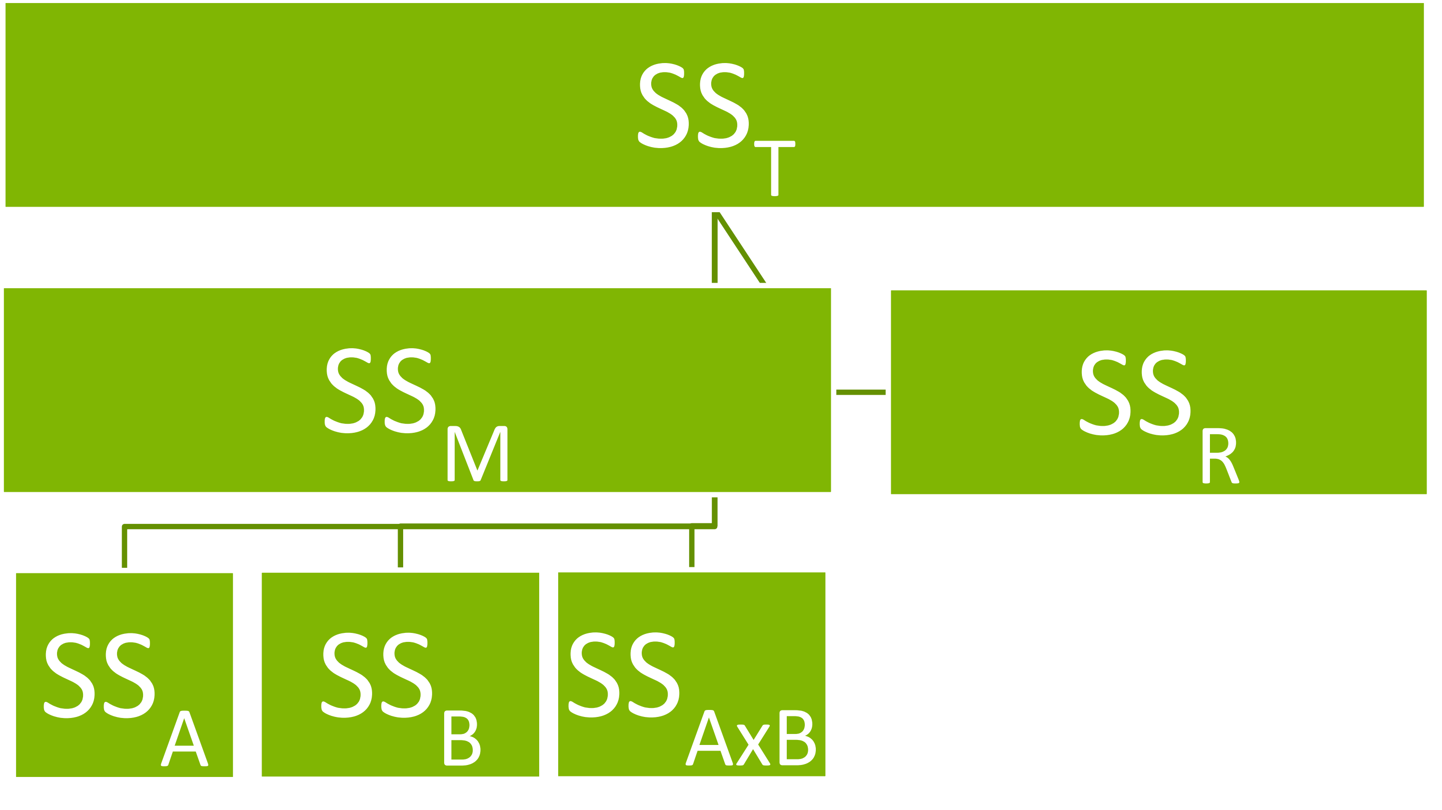
A variancia felosztása



SS_T = Sums of Squares Total

SS_M = Sums of Squares Model (Szisztematikus variancia)

SS_R = Sums of Squares Error (Hibavariancia)



SS_T
SS_M
SS_R
SS_A
SS_B
SS_{AxB}

Számítás

SS_T = az egyes adatpontok és a nagyátlag közötti különbség négyzete összeadva

SS_M = az egyes csoportok átlaga és a nagyátlag közötti különbség négyzete súlyozva a csoport létszámával, mind összeadva

- SS_A = az A faktorra vonatkoztatva (férfi, nő)
- SS_B = a B faktorra vonatkoztatva (tetkó, piercing, tetkó + piercing, semmi)
- $SS_{AxB} = SS_M - SS_A - SS_B$

SS_R = az egyes adatpontok és a csoport (tetkós nő, tetkós férfi, piercinges nő, piercinges férfi, stb) átlaga közötti különbség négyzete, mind összeadva

-- A SS értékeket osztjuk a szabadságfokokkal, hogy megkapjuk a MS értékeket

-- Minden faktorra és minden interakcióra külön F arányszámot számolunk: a megfelelő modell MS osztva a hiba MS-szel.

	Mean squares	Szabadságfok
Main effect of A	MS_A	k -1
Main effect of B	MS_B	q - 1
A x B interaction	MS_{AxB}	(k - 1)(q - 1)

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_R} \qquad F_B = \frac{MS_B}{MS_R} \qquad F_{AxB} = \frac{MS_{AxB}}{MS_R}$$

Hatásméret: faktoronként és interakciónként

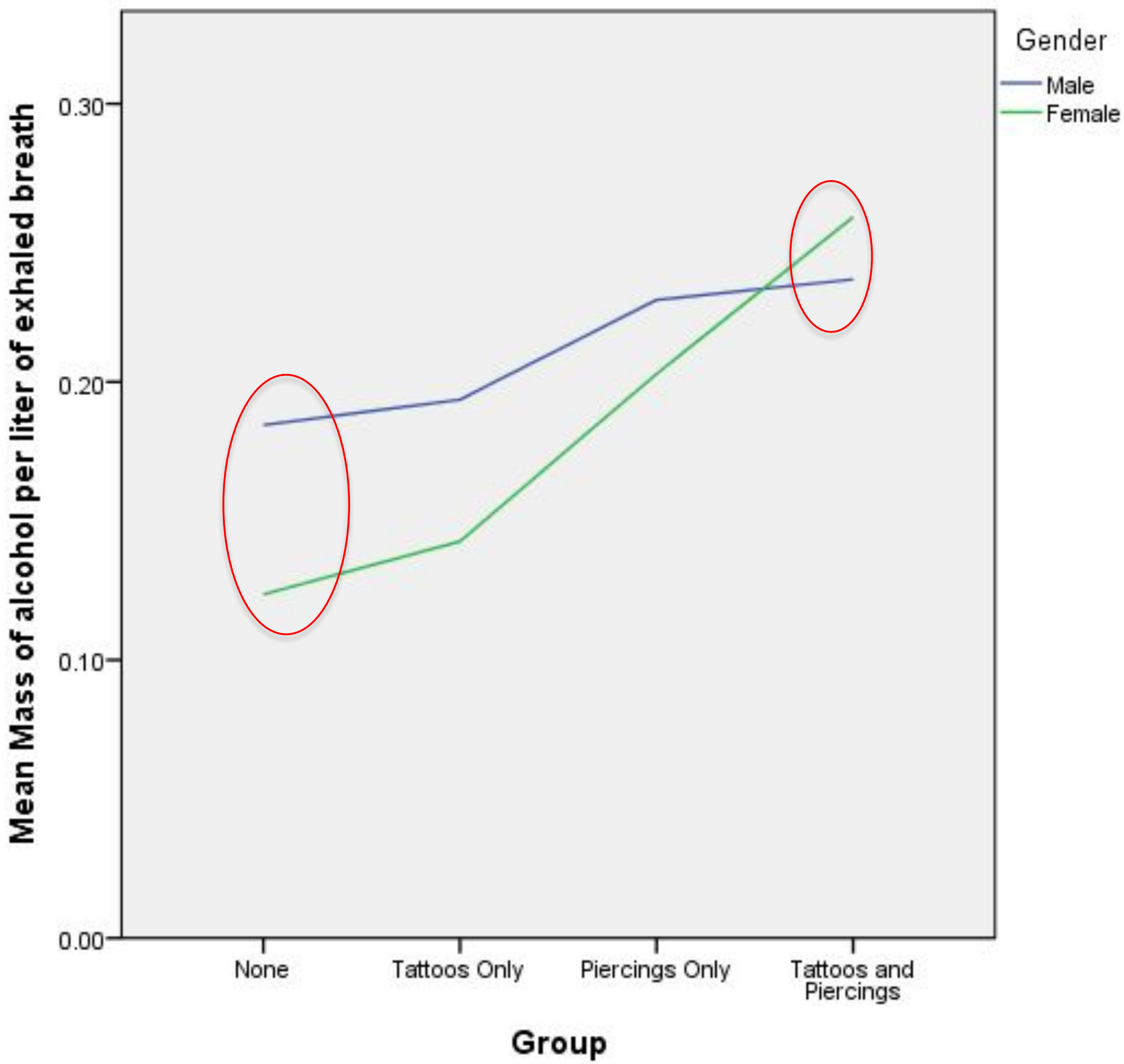
$$\omega^2 = \frac{SS_M - (df_M \times MS_R)}{SS_T + MS_R}$$

$\omega^2{}_A$ $\omega^2{}_B$ $\omega^2{}_{AxB}$

(Partial) Eta^2: SS_M/SS_T

Utóelemzések

- Ha egy főhatás szignifikáns, és csak két szintje van a faktornak, nincs szükség utóelemzésre (a két szint közötti különbség szignifikáns)
- Ha egy főhatás szignifikáns, és **több mint két szintje** van a faktornak: tervezett kontraszt vagy post hoc páros összehasonlítás mutatja meg, hogy melyik szintek között van a szignifikáns hatás
- Ha egy interakció szignifikáns: egyszerű főhatásokat lehet vizsgálni
  - pl. csak a testdekoráció nélküli személyeket nézve, különbség a nők és férfiak alkoholfogyasztása között
  - csak a tetkóval + piercinggel rendelkező személyeket nézve különbség a nők és a férfiak alkoholfogyasztása között



Gender
Male
Female
Mean Mass of alcohol per liter of exhaled breath
0.30
0.20
0.10
0.00
None
Tattoos Only
Piercings Only
Tattoos and Piercings
Group

JASP > ANOVA > ANOVA

A nem főhatása

A testdekoráció főhatása

Hatásméretek (Additional Options > Estimates of effect size > partial Eta2

ANOVA - Alcohol

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2_p
Gender	0.14	1.00	0.14	8.55	0.00	0.00
BodyDecorations	1.32	3.00	0.44	26.88	< .001	0.04
Gender ∗ BodyDecorations	0.18	3.00	0.06	3.61	0.01	0.01
Residual	32.01	1957.00	0.02			

Note. Type III Sum of Squares

A megmaradt variancia, hiba

A két faktor interakciója

JASP > ANOVA > ANOVA > Simple Main Effects

Simple effect factor: az a faktor, aminek a szintjeit összehasonlítjuk egymással

A testdekorációval nem rendelkező nők és férfiak alkoholfogyasztása között különbésg

Simple Main Effects - Gender ▼

Level of BodyDecorations	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
None	1.25	1	1.25	76.26	< .001
Tattoos Only	0.10	1	0.10	5.89	0.02
Piercings Only	0.04	1	0.04	2.48	0.12
Tattoos and Piercings	0.01	1	0.01	0.63	0.43

A másik faktornak az egyes szintjei

A tetkóval + piercinggel rendelkező nők és férfiak alkoholfogyasztása közötti különbség

Tervezett kontraszt emlékeztető

- **Deviation**. Az első kivétellel minden csoportot a nagyátlaghoz hasonlít.
- **Simple**. Minden csoportot az első csoporthoz hasonlít.
- **Difference**. Minden csoportot az összes előtte lévő csoport átlagához hasonlít..
- **Helmert**. Minden csoportot az összes utána lévő csoport átlagához hasonlít.
- **Repeated**. Minden csoportot az eggyel utána következő csoporthoz hasonlít.
- **Polinomiális** trend

JASP > ANOVA > ANOVA > Contrasts

A testdekoráció főhatása szignifikáns volt, és több mint két szintje van, ezért tervezett kontrasztelemzést végzünkl

Minden szintet a következőhöz hasonlít

Repeated Contrast - BodyDecorations

Comparison	Estimate	SE	df	t	p
None - Tattoos Only	–0.01	0.01	1961.00	–1.27	0.20
Tattoos Only - Piercings Only	–0.05	0.01	1961.00	–3.57	< .001
Piercings Only - Tattoos and Piercings	–0.03	0.02	1961.00	–1.93	0.05

Jelentés

[...] Men and women were categorized into four groups depending on the body decorations they wore. See Table 1 for sample sizes. Their alcohol level was measured with a breathalyzer as they were leaving a pub.

	No decorations	Piercings	Tattoos	Both
Male	903	98	53	85
Female	537	138	124	27

Table 1. Number of participants in each group.

A 2 x 4 ANOVA with Gender and Body Decoration as between-subject factors revealed a main effect of Gender. On average, men had a higher level of alcohol (M = .19, SD = .14) than women (M = .14, SD = .11), $F(1, 1957) = 8.55$, $p = .004$, $\text{Eta}_p^2 = .004$)

We also found a main effect of Body Decoration. Repeated contrast analysis revealed that tattoos alone had no effect on blood alcohol levels compared to no body decorations (p = .20) but people with piercings had higher levels of alcohol than people with just tattoos (p < .001) and people with both tattoos and piercings had even higher levels of alcohol than people with just piercings (p = .05).

The Gender x Body Decoration interaction was also statistically significant, $F(3, 1957) = 3.67$, $p = .013$. As shown in Figure 1 and confirmed by simple main effects analysis, while in the No Body Decorations and Tattoo Only groups women had significantly lower alcohol levels than men ($p < .02$), this difference disappeared for people with piercings only and both tattoos and piercings. In the last group, women ($M = .26$, $SD = .21$) actually had slightly although not significantly higher levels of alcohol than men ($M = .24$, $SD = .16$). We may conclude that body decoration is a good predictor of risk taking behaviour and this is especially so for women.

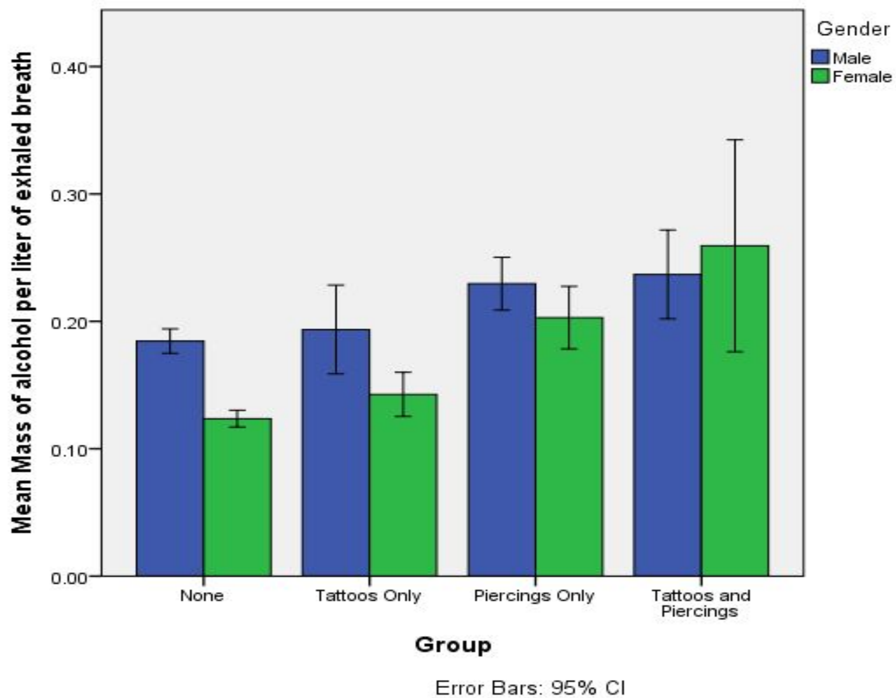


Figure 1. Blood alcohol level by gender and body decoration

Jelentés

[...] Férfiakat és nőket négy csoportra osztottak az alapján, hogy milyen testdekorációt hordtak. A csoportok elemszámát ld. az 1. táblázatban. A kísérleti személyek véralkohol szintjét lemérték, amint kijöttek egy bárból.

	Nincs	Piercing	Tetoválás	Mindkettő
Férfi	903	98	53	85
Nő	537	138	124	27

1. táblázat. A csoportok elemszámai

Egy 2 (nem) x 4 (testdekoráció) független-mintás ANOVA modell szerint a nem főhatása szignifikáns volt. A férfiak véralkohol szintje átlagosan magasabb volt (M = ,19; SD = ,14) mint a nőké (M = ,14; SD = ,11), $F(1, 1957) = 8{,}55$; $p = {,}004$; $\mathrm{Eta}_p^2 = {,}004$)

A testdekoráció főhatása szintén szignifikáns volt. Egy ismételt kontrasztelemzés szerint a tetoválás önmagában nem befolyásolta az alkoholfogyasztást a testdekoráció nélküliekhez képest (p = ,20) de a csak piercinggel rendelkezők véralkohol szintje magasabb volt, mint a csak tetoválással rendelkezőké (p < ,001) és a tetoválással és piercinggel is rendelkezők véralkohol szintje magasabb volt még a csak piercinggel rendelkezőkénél is (p = ,05).

A két faktor interakciója szintén szignifikáns volt, *F*(3, 1957) = 3,61; *p* = ,01. Amint az 1. ábra mutatja, egyszerű főhatások elemzése szerint míg a testdekoráció nélküli és a csak tetoválással rendelkező nők véralkohol szintje szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az azonos dekorációjú férfiaké (p < ,02) ez a nemi különbség eltűnt a másik két testdekorációs csoport esetében. Sőt, a piercinget is és tetoválást is hordók körében a nők véralkohol szintje valamivel még magasabb is volt (M = ,26; SD = ,21) mint a férfiaké (M = ,24; SD = ,16), bár ez a különbség nem volt szignifikáns. Összességében tehát elmondható, hogy a testdekoráció jelzi a kockázatvállalás szintjét, és ez különösen igaz a nőkre.

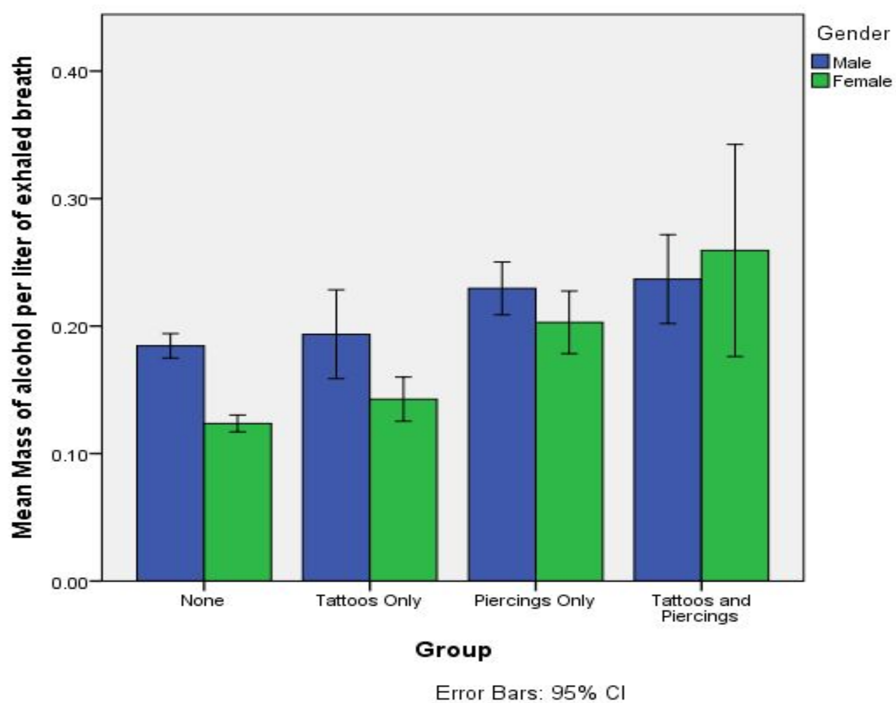


Figure 1. Blood alcohol level by gender and body decoration

Gyakorlás

MScStatAdatok.csv

A bulizás másként hat nőknél és férfiaknál az alkoholfogyasztásra? Az alvásra?

(Megjegyzés: az ANOVA nem a legjobb megoldás itt, mert nincs normál eloszlásunk)