

آزمون‌های آماری در تحقیقات EEG

محمدمهری شریف بیگی

۱۴۰۴

۱ انتخاب آزمون آماری برای تحقیقات EEG

۱.۱ آزمون t مستقل (Independent Samples t-test)

این آزمون برای مقایسه میانگین دو گروه مستقل و غیرمرتبط استفاده می‌شود.
مثال اول: آیا میانگین قدرت موج آلفا در بیماران افسردگی با افراد سالم متفاوت است؟
چرا این مثال مناسب است؟ این مثال دارای ویژگی‌های زیر است:

- دو گروه مستقل: بیماران افسردگی و افراد سالم (هر فرد فقط در یک گروه قرار دارد)
 - یک متغیر وابسته پیوسته: قدرت موج آلفا (μV^2)
 - اندازه‌گیری یکبار: هر آزمودنی فقط یک نمره دارد
 - گروه‌ها مستقل: انتخاب یک آزمودنی تأثیری بر انتخاب دیگری ندارد
- مثال دوم: آیا دامنه P_{300} در کودکان اوتیسم با کودکان عادی تفاوت دارد؟
چرا این مثال مناسب است؟
- دو گروه طبیعی و جداگانه: کودکان اوتیسم و کودکان عادی
 - متغیر وابسته کمی: دامنه P_{300} (میکروولت)
 - طراحی بین‌آزمودنی: هر کودک فقط در یک گروه
- مثال ساده: آیا میانگین قد دانش‌آموزان دختر با پسر متفاوت است؟
چرا این مثال ساده مناسب است؟
- دو گروه مستقل و طبیعی: دختر و پسر
 - یک متغیر پیوسته: قد (سانتی‌متر)
 - هر فرد فقط در یک گروه قرار دارد

۲.۱ آزمون آنوازه یک طرفه (One-Way ANOVA)

برای مقایسه میانگین سه گروه یا بیشتر که مستقل هستند استفاده می‌شود.
مثال اول: آیا قدرت موج بتا در بیماران پارکینسون، لرزش ضروری و افراد سالم متفاوت است؟
چرا این مثال مناسب است؟

- سه گروه مستقل: پارکینسون، لرزش ضروری، سالم
- یک فاکتور (عامل): وضعیت بیماری با سه سطح
- متغیر وابسته پیوسته: قدرت موج بتا
- نیاز به آزمون پسآزمون برای مشخص کردن کدام جفت گروهها تفاوت دارند

مثال دوم: آیا دامنه N^{40} در سه گروه سنی (جوان، میانسال، سالمند) متفاوت است؟
چرا این مثال مناسب است؟

- سه گروه سنی مختلف و مستقل
- یک متغیر مستقل طبقه‌بندی: گروه سنی
- هدف: مقایسه تأثیر سن بر پردازش معنایی ($N400$)

مثال ساده: آیا نمره امتحان ریاضی در سه کلاس مختلف (A, B, C) متفاوت است؟
چرا این مثال ساده مناسب است؟

- سه گروه مستقل: سه کلاس مختلف
- یک متغیر مستقل: کلاس (با سه سطح)
- متغیر وابسته پیوسته: نمره امتحان
- نیاز به آزمون پسآزمون برای مشخص کردن کدام کلاس‌ها تفاوت دارند

۳.۱ آزمون t زوجی (Paired Samples t-test)

برای مقایسه یک گروه در دو زمان مختلف استفاده می‌شود.
مثال اول: آیا قدرت موج بتا قبل و بعد از مداخله مراقبه تغییر می‌کند؟
چرا این مثال مناسب است؟

- همان آزمودنی‌ها در دو زمان: قبل و بعد از مداخله
- طراحی درونآزمودنی: هر فرد کنترل خودش است
- دو اندازه‌گیری وابسته: نمرات قبل و بعد همبسته هستند
- هدف: بررسی تأثیر مداخله مراقبه

مثال دوم: آیا دامنه P^{300} قبل و بعد از درمان دارویی متفاوت است؟
چرا این مثال مناسب است؟

- طراحی قبل-بعد: همان بیماران در دو نقطه زمانی

● کنترل متغیرهای مزاحم: تفاوت‌های فردی کنترل می‌شوند

● ارزیابی اثربخشی درمان دارویی

مثال ساده: آیا وزن دانشجویان قبل و بعد از ترم تغییر کرده است؟
چرا این مثال ساده مناسب است؟

● همان افراد در دو زمان مختلف: ابتدا و انتهای ترم

● هر فرد کنترل خودش است: تفاوت‌های فردی حذف می‌شوند

● دو اندازه‌گیری از یک متغیر پیوسته: وزن

٤.١ آزمون ANOVA اندازه‌گیری مکرر (Repeated Measures ANOVA)

برای مقایسه یک گروه در سه یا چند زمان/شرایط مختلف استفاده می‌شود.

مثال اول: آیا دامنه $N = 40$ در سه نوع جمله (همخوان، ناهمخوان، بی‌معنی) متفاوت است؟

چرا این مثال مناسب است؟

● همان آزمودنی‌ها سه شرایط مختلف را تجربه می‌کنند

● طراحی درون‌آزمودنی: هر فرد در هر سه شرایط شرکت می‌کند

● سه سطح از یک فاکتور: نوع جمله

● کنترل بهتر تفاوت‌های فردی

مثال دوم: آیا قدرت موج گاما در سه وضعیت (استراحت، تمکن، خواب) تغییر می‌کند؟

چرا این مثال مناسب است؟

● سه وضعیت مختلف ذهنی که همه افراد آن را تجربه می‌کنند

● امکان مقایسه الگوهای فعالیت مغزی در شرایط مختلف

● نیاز به آزمون پس‌آزمون برای مشخص کردن تفاوت‌های جفتی

٥.١ آزمون ANOVA طرح ترکیبی (Mixed-Design ANOVA)

برای بررسی تأثیر دو فاکتور که یکی بین‌گروهی و دیگری درون‌گروهی است.

مثال اول: آیا تغییر در قدرت موج SMR در طول نوروفیدیک در گروه واقعی نسبت به گروه ساختگی متفاوت است؟

چرا این مثال مناسب است؟

● فاکتور بین‌گروهی: نوع درمان (واقعی vs ساختگی)

● فاکتور درون‌گروهی: زمان (قبل vs بعد)

● بررسی تعامل: آیا اثر زمان بسته به نوع درمان متفاوت است؟

● طراحی کنترل‌دار برای ارزیابی اثربخشی درمان

مثال دوم: آیا تأثیر داروی ضدافسردگی بر دامنه P ۳۰۰ در مردان و زنان متفاوت است؟
چرا این مثال مناسب است؟

- فاکتور بین‌گروهی: جنسیت (مرد vs زن)
- فاکتور درون‌گروهی: زمان درمان (قبل vs بعد)
- سوال اصلی: آیا پاسخ به درمان در دو جنس متفاوت است؟
- بررسی اثر متقابل جنسیت و درمان

۶.۱ آزمون همبستگی (Correlation)

برای بررسی رابطه خطی بین دو متغیر پیوسته استفاده می‌شود.

مثال اول: آیا رابطه‌ای بین دامنه P ۳۰۰ و نمره حافظه کاری وجود دارد؟
چرا این مثال مناسب است؟

- دو متغیر پیوسته: دامنه P ۳۰۰ (میکروولت) و نمره حافظه کاری (درصد)
- هدف: بررسی رابطه بین فعالیت عصبی و عملکرد شناختی
- بدون دستکاری متغیر: مطالعه رابطه طبیعی بین متغیرها
- امکان پیش‌بینی: نمره حافظه بر اساس P ۳۰۰

مثال دوم: آیا ارتباطی بین قدرت موج آلفا و نمره اضطراب وجود دارد؟
چرا این مثال مناسب است؟

- دو متغیر کمی: قدرت آلفا و نمره اضطراب
- مطالعه رابطه بین فیزیولوژی مغز و وضعیت روانی
- بدون گروه‌بندی: همه افراد در یک طیف پیوسته
- کاربرد بالینی: شناسایی نشانگرهای عصبی اضطراب

۲ نکات مهم در انتخاب آزمون

۱. تعداد گروه‌ها: دو گروه = t-test، بیش از دو گروه = ANOVA

۲. استقلال گروه‌ها: گروه‌های مستقل = آزمون‌های بین‌گروهی، گروه‌های وابسته = آزمون‌های درون‌گروهی

۳. نوع متغیر: متغیرهای طبقه‌ای = مقایسه میانگین، متغیرهای پیوسته = همبستگی

۴. طراحی مطالعه: ترکیب فاکتورهای بین‌گروهی و درون‌گروهی = طرح ترکیبی