

آزمون‌های آماری در تحقیقات EEG

محمد مهدی شریف بیگی

۱ مهر 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 $P < 0.003$ 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 $P < 0.003$ (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 ANOVA 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 گروه‌ها تفاوت دارند
- مثال دوم: آیا دامنه $N=400$ 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 ($N=400$)
- 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 تتا 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

۴.۱ آزمون ANOVA اندازه‌گیری مکرر (Repeated Measures ANOVA)

برای مقایسه یک گروه در سه یا چند زمان/شرایط مختلف استفاده می‌شود.
مثال اول: آیا دامنه ۴۰۰N 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، تمرکز، 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

۵.۱ 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 نوروفیدبک 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 ضد افسردگی بر دامنه $30.0P$ 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 $30.0P$ و نمره حافظه کاری وجود دارد؟ چرا این مثال مناسب است؟

- دو متغیر پیوسته: دامنه $30.0P$ (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 $30.0P$
- 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