

2024/2025. őszi félév

Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Kardiovaszkuláris edzettség és az észlelt stressz összefüggése

Kálmán Róza

Témavezető: Koncz Ádám



elte | ppk

TARTALOMJEGYZÉK

Absztrakt.....	2
1. Szakirodalmi áttekintés.....	3
2. Hipotézisek.....	6
3. Módszer.....	7
3.1 Résztvevők.....	7
3.2 Dizájn.....	7
3.3 Mérészközök.....	7
3.3.1 VO₂max meghatározása.....	7
3.3.2 Kérdőívek.....	8
3.3.2.1 Észlelt Stressz Kérdőív (PSS-4).....	8
3.3.2.2 Connor-Davidson Reziliencia Skála (CD-RISC 10).....	8
3.3.2.3 Spielberger-féle Állapot-Vonás Szorongás Kérdőív.....	9
3.3.3 Stressz indukció.....	9
4. Statisztikai elemzési terv.....	9
5. Eredmények.....	9
5.1 Manipulation check.....	9
5.2 Hipotézistesztelés.....	10
5.3 További eredmények.....	10
6. Diskusszió.....	11
7. Limitációk.....	12
8. Kitekintés.....	13
9. Konklúzió.....	13
Felhasznált irodalom.....	14

ABSZTRAKT

Szakirodalmi áttekintés: A stressz természetes pszichológiai és fiziológiai reakció, amely segít alkalmazkodni a környezetünkhöz, de hosszútávon, számos egészségügyi problémát okozhat. A krónikus stressz növeli a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásának esélyét, ám a testedzés pozitív hatással van a kardiovaszkuláris rendszerre így képes lehet ellensúlyozni ezt a hatást. Az edzettség jelentős pozitív hatással van a stresszre adott fiziológiai reakciókra, valamint csökkenti a pszichológiai és fizikai distresszt, továbbá növeli a rezilienciát és az önbecsülést. Jelen vizsgálat célja az volt, hogy feltárjuk a fizikai edzettség és mentális egészség közötti összefüggéseket.

Módszer: A kardiovaszkuláris edzettség szintjét a VO₂max meghatározásával vizsgáltuk. A mérés előtt az Észlelt Stressz Kérdőívet (PSS-4) és a Connor-Davidson Reziliencia Skálát töltötték ki a résztvevők (CD-RISC 10). Ezeken kívül egy stresszindukció (Almazrouei és mtsai, 2023) előtt és után, a Spielberger-Féle Állapot-Vonás szorongás kérdőívének (STAI-S) állapotszorongásra vonatkozó részét töltötték ki ezzel vizsgálva a stresszhelyzetre adott reakciójukat.

Eredmények: Egyik esetben sem találtunk szignifikáns korrelációt, tehát nem volt összefüggés a VO₂max érték és az Észlelt Stressz Kérdőív pontszáma, illetve a Connor-Davidson Reziliencia Skála, továbbá a VO₂max érték és a résztvevők stresszreakciója között sem. Szignifikáns összefüggést találtunk azonban az egy hét során sportolással töltött órák száma és a rezilienciaszint között.

Diskusszió: Bár a korábbi eredmények alapján a testedzés csökkenti a stresszre adott fiziológiai és pszichés reakciókat, illetve hozzájárul a jobb mentális egészséghez és a stressztűrő képesség növekedéséhez, mi nem találtunk hasonló összefüggést.

1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A stressz egy természetes fiziológiai reakció, amely segít alkalmazkodni a környezetünkhöz, azonban, ha a stressz krónikussá válik, azaz hosszú távon fennáll, számos egészségügyi problémát okozhat. A stressznek egyaránt lehet számos pszichés és fizikai tünete. Ilyen pszichés tünet például a szorongás, ingerlékenység, fáradtság, vagy akár depresszió. A stressz tünetei befolyással vannak a viselkedésre is, például a motiváció hiányához vezethetnek, illetve kihatással lehet a problémamegoldó képességre is, nehezítheti a koncentráció fenntartását is (Shaffer, 1982). A stressznek több típusát különböztethetjük meg. Az eustressz serkentő hatással bírhat, és motivációt adhat, növeli az adrenalin szintet, éberséget kölcsönöz és javíthatja a koncentrációképességet. Egy vizsgálatban különböző demográfiai csoportokhoz tartozó emberek kaptak kérdőíveket, amelyekben a stresszszintüket befolyásoló tényezőkről, és azok napi tevékenységeikre való hatásáról kérdezték őket. Az eredmények azt mutatták, hogy a stressznek konstruktív szerepe is lehet a mindennapok során, fejlesztve a kompetenciáinkat, javítva produktívitásunkat (Kumar és mtsai, 2019). Az idős emberek esetében jelentősen javíthatja az életminőségüket, egészségüket a stressz észlelésének a szorongásról az eustresszre való áthelyezése, még krónikus betegek esetében is. Időseknél az eustresszt elősegítő tényezők közé tartozik a szabadidővel való elégedettség és a kontroll érzése (Payne és mtsai, 2022). A fiatalok körében az eustressz pozitívan korrelál a mentális egészséggel, tehát a kezelhető, pozitív stressz javíthatja a pszichológiai jólétet (Saini és mtsai, 2024). A stressznek egy másik típusa a distressz, ami egy komplex, sokrétű fogalom, negatív jelentéstartalommal. Ez az érzés gyakran társulhat szorongással is (Ridner, 2004), és számos mentális betegség jellemző kísérőtünete lehet (Matthews, 2016). A distressz káros, hosszútávú fenn állása esetén egészségügyi problémákat is okozhat, ebbe a kategóriába tartozik például a krónikus stressz is. Fontos megkülönböztetni az akut stresszt is, amely hirtelen lép fel és rövid ideig tart, olyan fizikai tünetekkel is járhat, mint például a gyors szívverés, izzadás vagy izomfeszülés. Azaz ez egy rövid távú fiziológiai válasz egy azonnali kihívásra vagy fenyegetésre. Biológiai és pszichológiai reakciók sorozatát indítja el, amely felkészíti a szervezetet a stresszorra való reagálásra. Egy korábbi metaanalízis eredményei szerint az akut stressz befolyással van bizonyos keringő, gyulladásos biológiai markerekre, hiszen ezek mennyisége jelentősen megnövekszik a szervezetben a stresszhatást követően (Stepstoe és mtsai, 2007). A stressz által kiváltott gyulladásos válasz kulcsfontosságú kutatási területe a pszichoneuroimmunológiai vizsgálatoknak, hiszen kihatással lehet a jövőbeni egészségügyi állapotokra, például a szív- és érrendszeri betegségekre, valamint az autoimmun betegségekre

is. Az akut stressz befolyással van a kognitív funkciókra is, mint például a memóriára. A memória kódolási szakasza előtt vagy alatt fellépő stressz ronthatja az emlékezőképességet. Ezzel szemben a megtörtént kódolást követő stresszhatás legtöbbször javítja az emlékezet fenntartását (Shields és mtsai, 2017). Ez a típusú stressz az alapvető végrehajtó funkciókra is jelentős befolyással bír (Shields és mtsai, 2016). Az akut stresszre adott korai pszichológiai válaszok (különösképpen a poszttraumás stressztünetek -PTSD-) számtalan fizikai és mentális egészségügyi következménnyel függhet össze mind rövid-, mind hosszútávon tekintve. Ilyen lehet például a rossz fizikai egészség, szorongás, depresszió, fokozott fájdalom (Garfin és mtsai, 2018). Fontos kiemelni, hogy az aktív alkalmazkodás az akut stresszhelyzetekre alapvető szükségességű a mindennapi élettel való megbirkózáshoz. Egy tanulmány eredményei szerint az akut stressz azonnali változásokat idéz elő az agyi hálózatokban, és ezek a változások a kortizolválaszokhoz kapcsolódnak. Ez arra utal, hogy a stressz által kiváltott agyi átrendeződés az egyéni stresszreaktivitás idegi mechanizmusaként szolgálhat, ezért ígéretes markert jelenthet a jövőbeni stressztűrő képességgel, rezilienciával kapcsolatos tanulmányoknak. (Zhang és mtsai, 2019). Az akut stresszreakciók tanulmányozása elengedhetetlen a stressz egészségre és viselkedésre gyakorolt szélesebb körű következményeinek megértéséhez (Floriou-Servou és mtsai, 2021). Az akut továbbá kiválthatja a szimpatikus-paraszimpatikus egyensúly változásait, hiszen aktiválja a szimpatikus idegrendszert ezáltal növeli a szívfrekvenciát és a vérnyomást (Carroll és mtsai, 2012; Brindle és mtsai, 2014), valamint szívritmuszavart, bal kamrai diszfunkciót és szívinfarktust okozhat (Brotman és mtsai, 2007; Steptoe & Kivimaki, 2013). Ha hosszabb ideig ismétlődő akut stresszhatások érik az embert, az hozzájárulhat az érlemeszesedés kialakulásához, mivel a stressz által kiváltott gyulladásos folyamatok hosszútávon károsítják az érfalakat (Dimsdale, 2008; Black & Garbutt, 2002). Az ilyen reakciók hosszútávú fennállása növelheti a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásának esélyét (Chida & Steptoe, 2010; Carroll és mtsai, 2012). A mechanizmus alapja az, hogy a szimpatikus idegrendszeri aktiváció mellett a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese (HPA) tengely is aktiválódik, ami többféle stresszhormon, például kortikoszteroidok felszabadulásához vezet. Ezek a hormonok serkentik a kardiovaszkuláris aktivitást és gyulladásos reakciókat váltanak ki (Brotman és mtsai, 2007; Black & Garbutt, 2002). A rizikófaktor csak tovább növeli, ha valaki már szenved valamilyen szív- és érrendszeri betegségben, vagy esetleg korai szívinfarktust szenvedett el. A nők, és azok az embereknek, akiket negatív pszichoszociális környezet vesz körül, szintén nagyobb rizikónak vannak kitéve (Vaccarino és mtsai, 2021). Következtetesként levonható, hogy az akut stressz jelentős kockázati tényező a kardiovaszkuláris egészség szempontjából, mind

rövid- és hosszútávú hatásai miatt. A stressznek egy másik típusa a krónikus stressz, amely hosszabb ideig tart, vagy gyakorta ismétlődik, ez szintén súlyos egészségügyi problémákhoz vezethet, például hozzájárulhat a szívroham, és egyéb szívbetegségek kialakulásához is (Stephoe & Kivimaki, 2012). A krónikus stressz szintén aktiválja a hipotalamusz-hipofízis-mellékvese (HPA) tengelyt, ami megnövekedett kortizolszintet eredményezhet (szakirodalmak alapján ennek mértéke függ a stresszor természetétől, illetve az egyéni különbségektől is) (Miller és mtsai, 2007). Szintén fellép szimpatikus idegrendszeri aktiváció a krónikus stresszre való válaszadás során, tehát a pulzusszám és a vérnyomás megemelkedik ilyenkor (Dai és mtsai, 2020; Hong és mtsai, 2021). A krónikus stressz hatására immunrendszeri károsodás is kialakulhat, mivel kevésbé fog tudni a gyulladáscsökkentő jelekre reagálni az immunrendszer. Ez hosszútávon egy tartós, alacsony fokú gyulladás fennállásához fog vezetni. A rák kialakulásában is szerepe van a hosszan fennálló stressznek több tényezőn keresztül, ideértve az immunrendszer csökkent működését, és a stresszhormonok mikrokörnyezet megváltoztatására képes tulajdonságaikat. Mindezek hozzájárulhatnak a kardiovaszkuláris betegségek és az anyagcserezavarok progressziójához (Miller és mtsai, 2019; Miller és mtsai, 2002). A krónikus stressz szoros összefüggésben áll számos mentális problémával, mint például a szorongással, depresszióval, és súlyosbíthatja a lelki sebezhetőséget (Mcgonagle & Kessler, 1990; Miller és mtsai, 2002). A stressz fiziológiai mérési lehetőségei sokat fejlődtek az utóbbi években. A szívritmusvariabilitás (HRV) a szívverések közötti intervallum változékonyságát jelenti. A HRV azt tükrözi, hogy a szív milyen mértékben képes alkalmazkodni a környezeti változásokhoz, például a stresszhez, fizikai aktivitáshoz vagy a pihenéshez. Méréséhez EKG szükséges (Singh és mtsai, 2018; Nykodym & Somers, 2003; Kranjec és mtsai, 2014). A galvanikus bőrreakciók és bőrhőmérséklet mérése szintén alkalmas a stressz detektálására (Kyriakou és mtsai, 2019). Bizonyos biokémiai markerek, például a kortizol és a katekolamin mérése szintén használható a stressz hatásainak értékelésére (Reisman, 1997). A megemelkedett vérnyomás is lehet a stressznek egy jele, azonban ez önmagában nem használható a stressz detektálására. A stressz pszichológiai hatásait is lehet monitorozni többféle módszerrel. A kvalitatív módszerek, például mélyinterjúk segítségével a személyes tapasztalatokról és a stresszhez kapcsolódó élményekről kaphatunk információt. Egyes pszichofiziológiai vizsgálatok során a stressz hatásait vizsgálják bizonyos feladatok közben, például a figyelem elosztásával kapcsolatos feladatok közben, vagy stresszindukciós tesztek során. Kérdőívek segítségével is fel lehet mérni a stressz hatásait, mértékét, okait. Igen gyakran használt kérdőívnek számít a PSS és a STAI is. Az észlelt stressz kérdőív (PSS) a legszélesebb körben használt eszköz, különböző faktoros modelljei szerteágazóan méri a

stressz észlelésének aspektusait (Kogar & Kogar, 2023; Schneider és mtsai, 2020; Makhubela, 2020). A PSS lehetővé teszi a stressz szintjének és hatásainak azonosítását is (Klein és mtsai, 2016; Reis és mtsai, 2019). A funkcionális infravörös közeli spektroszkópia (fNIRS) képalkotó eljárása infravörös fény segítségével monitorozza az egyes agyi területek aktivitását. Az fNIRS és az EEG együttes alkalmazása lehetőséget ad a stressz objektív értékelésének fejlesztésére (Al-Shargie, 2016). A legtöbb tanulmány szerint a stressz csökkenti a fizikai aktivitást, addig egyesek megküzdési mechanizmusként tekintenek a sportolásra a stresszhatások ideje alatt (Kolehmainen & Sinha, 2013). A testedzés jelentős pozitív hatással van a kardiovaszkuláris rendszerre, csökkentve a szív- és érrendszeri betegségek kockázatát és javítva az általános szív- és érrendszeri egészséget (Wilson és mtsai, 2015; Crews & Landers, 1987; Gerber és mtsai, 2016), illetve az aerob és ellenállásos edzés csökkentheti a stresszre adott kardiovaszkuláris válaszokat, és javíthatja a szív- és érrendszeri hatékonyságot (Huang és mtsai, 2013). A rendszeres mozgás csökkenti a nyugalmi pulzusszámot és növeli a szív teljesítményét (Gielen és mtsai, 2010), továbbá javítja a mitokondriális funkciót, gyorsítja az érrendszer regenerációját és javítja a bél mikrobiota egészségét, ami további védelmet nyújthat a kardiovaszkuláris betegségekkel szemben (Fiuza-Luces és mtsai, 2018). A stressz és az edzettség közötti kapcsolatot több kutatás vizsgálta, és az eredmények azt mutatják, hogy az edzettség jelentős hatással van a stresszre adott reakciókra és a stressz kezelésére (Klaperski & Fuchs, 2021; Brown, 1990; Roth & Holmes, 1985; Ensel & Lin, 2004). Az edzettség csökkenti a stresszre adott fiziológiai reakciókat, például a kortizol és a szívrítmusemelkedés tekintetében (Mücke és mtsai, 2018). Egy metaanalízis eredményei alapján az aerob fitness csökkenti a pszichoszociális stresszre adott reakciókat, és az edzett egyének kevésbé érzékenyek a stresszre (Forcier és mtsai, 2006). A testi edzettség szintje csökkenti a pszichológiai és fizikai distresszt, továbbá növeli a rezilienciát és önbecsülést is (Neumann és mtsai, 2021; Ensel & Lin, 2004), illetve az edzett egyének kevésbé hajlamosak a stressz által okozott betegségekre is (Roth és Holmes, 1985). Összességében az edzettség jelentős szerepet játszik a stressz kezelésében és a stresszre adott reakciók mérséklésében. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy az edzett egyének kevésbé érzékenyek a stresszre, és jobban képesek kezelni a stressz hatásait, ami hozzájárul a jobb fizikai és mentális egészséghez.

2. HIPOTÉZISEK

A korábbi eredmények alapján az alábbi három hipotézist állítottunk fel. (1) A magasabb VO₂max érték alacsonyabb észlelt stressz szinttel és (2) magasabb reziliencia szinttel jár.

Végül pedig, (3) a magasabb VO₂max érték csökkent stresszreakcióval jár egy stresszindukció során.

3. MÓDSZER

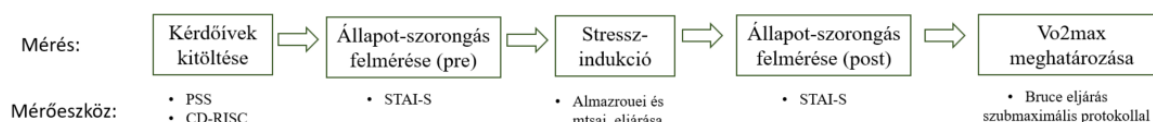
3.1 Résztevők

A vizsgálatban összesen 83 egyetemista résztvevő vett részt, átlagéletkoruk 19.98 év ($SD = 2.32$) mely 18 és 34 év között volt és 78%-uk nő, akik átlagosan 6.42 órát sportolnak hetente ($SD = 4.41$, $Min = 0.00$ $Max = 19.00$).

3.2 Dizájn

A vizsgálat első részében a résztvevők egy számítógépen kitöltötték az Észlelt Stresszt és Rezilienciát mérő kérdőívet majd pedig egy Stressz indukciót előtt és után az Állapotszorongást mérő skálát is. A második részben pedig a VO₂-max meghatározását végeztük el ergospirométer segítségével. (lásd. 1 ábra)

1. Ábra. A mérések sorrendje



3.3 Mérőeszközök

3.3.1 VO₂ max meghatározása

A szív és érrendszer edzettségi állapotát a VO₂max meghatározásával végeztük, melynek során meghatározható, hogy a szervezet maximálisan mennyi oxigént képes felvenni és felhasználni percenként. Ez az érték az edzettségi szint egy fontos mutatója, és számos területen nyújt hasznos információt, legyen szó akár a sportteljesítményről, akár az általános egészségi állapotról. A magasabb VO₂max érték általában jobb állóképességgel és aerob kapacitással jár. A VO₂max értéke összefügg a szív- és érrendszeri egészséggel, az anyagcserével és az általános életminőséggel.

A mérés alapja az, hogy fokozatosan növekvő terhelés és ezzel párhuzamosan emelkedő pulzus mellett monitorozzuk a vizsgált személy oxigénfogyasztását. A kilélegzett levegő oxigén- és széndioxid-tartalmának mérésével következtetni tudunk az elfogyasztott oxigénmennyiségre.

A terhelés fokozatos növelésével eljutunk egy olyan pontig, ahol az oxigénfelvétel már nem nő tovább, annak ellenére, hogy a terhelés továbbra is növekszik. Ezt a pontot nevezzük VO₂max-nak.

A mérést a vizsgált személyekkel ergospirométerrel végeztük. A résztvevők az egyre emelkedő fizikai terhelés során egy maszkon keresztül lélegeztek, miközben egy pulzusmérő öv segítségével a pulzusukat is monitoroztuk. A terhelés fokozatos növelése a Bruce-protokoll szerint történt, mely során a terhelés 3 percenként emelkedik oly módon, hogy a futópálya sebessége lépcsőnként 1,3 illetve 1,4 km/h-val, a meredekség pedig mindig 2 %-kal nő (Bruce, 1971). A mérés folyamán szubmaximális protokollt alkalmaztunk, amely során az elméleti maximális pulzusszám (220 - a résztvevő életkora) 85%-áig emelkedett a résztvevők pulzusa, amiből extrapolációval következtetni lehet a maximális terhelés mellett elfogyasztott oxigén mennyiségére melyet a COSMED OMNIA szoftver végzett el.

3.3.2 Kérdőívek

3.3.2.1 Észlelt stressz kérdőív (PSS-4)

A résztvevők stressz szintjét az Észlelt Stressz Kérdőív (Perceived Stress Scale – PSS) (Cohen és mtsai, 1983) 4 tételes változatával vizsgáltuk mely tételekre egy 5 fokú likert skála mentén válaszolnak a résztvevők. A kérdőív tételei arra kérdeznék rá, hogy az egyén milyen mértékben észlelte stresszesnek az elmúlt hónap során átélt helyzeteket. A kérdőív belső konzisztenciája elfogadható volt ($\alpha = .74$).

3.3.2.2 Connor–Davidson Reziliencia Skála (CD-RISC 10)

A Connor–Davidson Reziliencia Skála (CD-RISC 10) egy eszköz, amelyet a pszichológiai ellenállóképesség mérésére fejlesztettek ki és olyan kérdéseket tartalmaz, mely az alkalmazkodóképességet, a stresszel való megküzdést, a kudarcok utáni felépülést és az érzelmi stabilitást méri (Connor és Davidson, 2003). A kérdőív 10 tételt tartalmaz melyekre egy 5 fokú likert skála mentén válaszolnak a résztvevők. A kérdőív esetében a Cronbach-alfa megfelelő ($\alpha = .76$).

3.3.2.3 Spielberger-féle Állapot-Vonás Szorongás Kérdőív

A résztvevők állapotszorongását a stressz indukció előtt és azt követően a Spielberger-féle Állapot-Vonás Szorongás kérdőív állapotszorongásra vonatkozó kérdéseivel vizsgáltuk

(Spielberger és mtsai, 1971). A kérdőív ezen része 20 tételből melyekre egy 4 fokú likert skálán válaszolnak a résztvevők, hogy mennyire értenek egyet az adott állítással. A kérdőív Cronbach-alfa értéke az előteszt ($\alpha = .94$) és az utóteszt során is megfelelő volt ($\alpha = .94$).

3.3.3 Stressz indukció

A résztvevőket akut stressznek tettük ki egy számítógépes teszhelyzetet szimuláló módszerrel melyet Almazrouei és munkatársai (2023) dolgoztak ki. Ez a módszer több tényezőn keresztül okoz stresszt a kitöltőknek miközben matematikai és általános műveltségi kérdésekre kell válaszolniuk. Egyrészt a teszt elején egy információs ablakban azt olvashatja a résztvevő, hogy teljesítményét monitorozzuk és azt a többi kitöltő eredményével összehasonlítjuk, illetve egy bizonyos teljesítmény elérése alatt az eredményeit nem tudjuk felhasználni a kutatásban. A sok esetben átgondolást igénylő kérdések és matematikai feladatok megoldása során a kitöltő egy számlálót lát a képernyőn mely visszaszámol így időnyomást helyezünk rá, ami szintén stresszt okoz. Végül pedig azonnali visszajelzést kap minden válaszára, ha jól válaszol egy semleges „OK” felirat jelenik meg a képernyőn, míg rossz válasz esetén egy nagy piros „HIBÁS” felirat.

4. STATISZTIKAI ELEMZÉSI TERV

A statisztikai elemzéseket a JASP statisztikai szoftver 0.19.1 verziójával végeztük (JASP Team, 2024). Az adatok normalitását Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztünk, normális eloszlás esetén paraméteres eljárásokat használtunk (Student-féle t-próba, Pearson korreláció), a normális eloszlás nem teljesülése esetén pedig nem paraméteres eljárásokat (Wilcoxon rangpróba, Kendall-féle rangkorreláció) használtunk.

5. EREDMÉNYEK

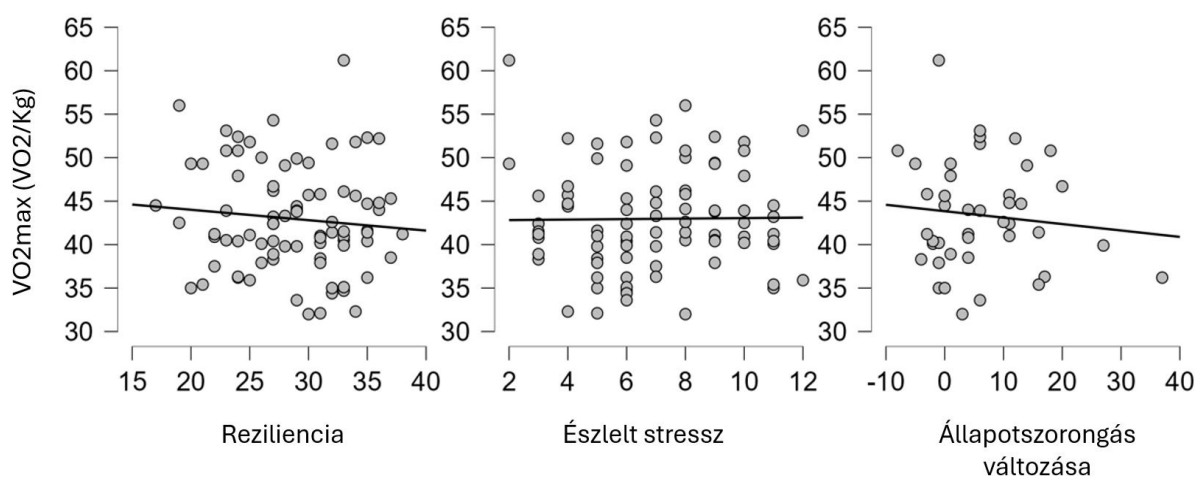
5.1 Manipulation check

Annak érdekében, hogy ellenőrizzük, hogy a stressz indukció sikeres volt összehasonlítottuk a stressz indukciót megelőző és azt követő STAI-S kérdőív értékeit. Az elvégzett Wilcoxon próba eredménye alapján az előtesztről az utótesztre szignifikáns állapotszorongás növekedést mértünk, ($W = 112.00$, $z = -3.88$, $p < .001$) a rank-biserial korreláció által jelzett hatásméret nagy volt ($r_{tb} = -.71$), a kérdőív pontszámok mediánja 39.00-ról 47.00-re növekedtek-

5.2 Hipotézistesztelés

Az első hipotézist, miszerint a magasabb VO₂max érték alacsonyabb észlelt stressz szinttel jár együtt nem sikerült alátámasztanunk, ugyanis a résztvevők PSS kérdőív összepontszámai és a VO₂max értékek között nem találtunk szignifikáns együttjárást ($\tau b = .04$, $p = .63$, $n = 83$). Hasonlóképpen, a második hipotézist sem tudtuk alátámasztani, tehát nem találtunk szignifikáns együttjárást a résztvevők CD-RISC kérdőív összepontszámai és VO₂max értékei között ($r = -.10$, $p = .37$, $n = 83$). Végezetül pedig, a harmadik hipotézisünket vagyis, hogy a magasabb VO₂max csökkent pszichológiai stresszreakcióval jár, szintén nem tudtuk alátámasztani, tehát a résztvevők VO₂max értéke és a stresszhelyzetre adott állapotsszorongás szintjük változása között nem találtunk szignifikáns együttjárást ($\tau b = .01$, $p = .93$, $n = 42$). (lásd 2. ábra)

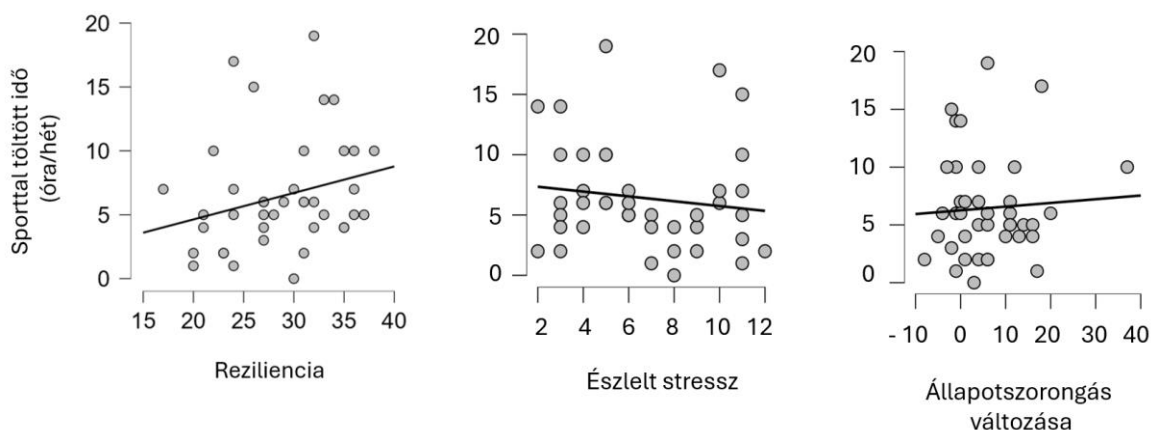
2. ábra. A résztvevők VO₂max értékei Reziliencia szintje (CD-RISCK kérdőív összpontszámok) Észlelt stressz szintje (PSS-4 kérdőív összpontszámok) és a stresszindukcióra adott állapotsszorongás változása (STAI-S pontszámok különbsége) között mért összefüggések.



5.3 További eredmények

Megvizsgáltuk, hogy a résztvevők egy hét alatt a sportolással töltött ideje vajon összefügg-e a vizsgált változókkal és azt találtuk, hogy nincs szignifikáns összefüggés a résztvevők hetente sportolással töltött ideje és VO₂max értéke ($\tau b = .12$, $p = .29$, $n = 41$) észlelt stressz szintje ($\tau b = -.16$, $p = .18$, $n = 41$) továbbá a stresszindukcióra adott állapotsszorongás változása között ($\tau b = -.01$, $p = .94$, $n = 40$), ám szignifikáns összefüggést találtunk a sporttal töltött idő és az résztvevők rezilienciaszintje között ($\tau b = .23$, $p = .04$, $n = 41$) (lásd 3. ábra).

3. ábra. A résztvevők sportolással töltött ideje, Reziliencia szintje (CD-RISCK kérdőív összpontszámok) Észlelt stressz szintje (PSS-4 kérdőív összpontszámok) és a stresszindukcióra adott állapotszorongás változása (STAI-S pontszámok különbsége) között mért összefüggések.



6. DISZKUSSZIÓ

A stressz növelheti a szív- és érrendszeri betegségek előfordulását, azonban a fizikai aktivitás hatékony eszköz lehet a stressz által kiváltott negatív hatások csökkentésében, ezáltal a kardiovaszkuláris egészség megőrzésében (Brotman és mtsai, 2007; Wilson és mtsai, 2015; Huang és mtsai, 2013; Gielen és mtsai, 2010) ezzel szemben testedzés csökkenti a stresszre adott fiziológiai reakciókat és javítja a szív- és érrendszeri funkciókat többek között azáltal, hogy javítja a kardiovaszkuláris edzettséget (Mücke és mtsai, 2018), mely a VO₂max segítségével pontosan becsülhető. A rendszeres testmozgás hozzájárul a jobb mentális egészséghez és a stressztűrő képesség növekedéséhez is (Neumann és mtsai, 2021).

Eredményeink alapján a VO₂max értékeinek összefüggéseire vonatkozó hipotéziseinket, miszerint a magasabb VO₂max érték alacsonyabb észlelt stressz szinttel jár, magasabb reziliencia szinttel jár, illetve csökkent stresszreakcióval jár, nem sikerült alátámasztanunk. Egyik feltételezésünk esetében sem találtunk szignifikáns korrelációt. Azonban szignifikáns összefüggést találtunk az egy hét során sportolással töltött órák száma és a reziliencia között, ezzel kapcsolatban korábbi szakirodalmi adatok is rendelkezésre állnak (Sheng és mtsai, 2024; Johnson & Johnson, 2015). A sportolással töltött idő és a VO₂max értékek között viszont nem találtunk szignifikáns kapcsolatot. Ezt indokolhatja az is, hogy a VO₂max nem jó indikátora bizonyos csapatsportokban nyújtott teljesítménynek (Gazzano, 2006), egy metaanalízis eredménye alapján különösen az aerob és magas intenzitású intervallum edzések fejlesztik hatékonyan a VO₂max-ot (Milanović és mtsai, 2015). Kutatásunkban a résztvevők túlnyomó

többsége (78%-a) nő volt, egy korábbi tanulmány szerint a férfiak általában magasabb VO₂max értékeket érnek el (Santisteban és mtsai, 2022). Mivel a mintánk nem tükrözi a teljes populációt, így eredményeink nem általánosíthatók. Egyes genetikai tényezők, például a mitokondriális DNS eltérései és a specifikus genotípusok befolyásolhatják a VO₂max értéket és az állóképességi teljesítményt (Hagberg és mtsai, 2001) ám nem feltétlen mutatnak összefüggés a stresszszinttel, erre jelen kutatás során nem volt rálátásunk. Bár a kutatás értékes betekintést nyújtott, bizonyos korlátokat figyelembe kell venni, például a minta méretét és a keresztmetszeti vizsgálati tervet. Sokakban a stressz megnövekedett fizikai aktivitásra ad késztetést, mivel a sportra stresszkezelési eszközként tekintenek, így elképzelhető hogy többet csoportolnak azok, akik magasabb stressz szinttel bírnak (Kolehmainen & Sinha, 2013).

7. LIMITÁCIÓK

Vizsgálatunkban limitáló tényezőnek számít az alacsony elemszám, amit eddig vizsgáltunk, hiszen kisebb mintánál sokkal nagyobb a véletlen hatása. A nem eloszlást tekintetében a női résztvevők felülprezentáltak voltak (78%), ez szintén befolyással bír a kapott VO₂max értékekre ahogy azt Santisteban és munkatársainak vizsgálata is bizonyítja (2022). Életkor tekintetében is nagyon specifikus volt a minta, hiszen kizárólag 18 és 30 év közötti fiatal egyetemi hallgató résztvevőink voltak. A stressz kérdőíves meghatározása, és a VO₂max szubmaximális protokoll alkalmazása is okozhatott pontatlanságot. Mivel hipotéziseinket csak keresztmetszeti vizsgálattal vizsgálatuk, ez nem adott lehetőséget az ok-okozati viszonyok feltárására, így ez a jövőbeli longitudinális kutatások irányába mutat. A VO₂max értékeket számtalan tényező befolyásolja, például a nem, magasság, testsúly és a testzsírszázalék hamár ezeket nem vettük be az elemzéseinkbe (Bogdanis és mtsai, 2022). Elképzelhető, hogy a krónikus és az akut stressz meghatározásánál használt kérdőívek nem voltak kellően érzékenyek a vizsgált változók mérésére.

8. KITEKINTÉS

Úgy tűnik, hogy a stressz és a fizikai aktivitás közötti kapcsolat komplex és számos tényezőtől függ. További kutatásokra van szükség annak érdekében, hogy pontosabb képet kapjunk erről a kapcsolatról. A továbbiakban több résztvevőt vonunk be a vizsgálatba a mintaszám növeléséért. Érdemes lehet egyéb kérdőíveket is alkalmazni, például az Élettel Való Elégedettség Kérdőívet (SWLS) (Martos és mtsai, 2014), illetve a Pozitív és Negatív

Affektivitás Kérdőívet (PANAS) (Gyollai és mtsai, 2011). A jövőben a keresztmetszeti elrendezés helyett intervenciós vizsgálattal pontosabb eredményeket lehetne kapni, hiszen így alkalmunk lenni az ok-okozati összefüggések vizsgálatára is, valamint érdemes lenne a fiziológiai stresszreakciót is mérni, például kortizolszintet vagy szívritmus variabilitást.

9. KONKLÚZIÓ

Eredményeink alapján úgy tűnik a VO2max nem jósolja be az egyén stressz szintjét és stresszreakcióját, bár a sportolással töltött idő és a rezeiliencia között találtunk összefüggést. Úgy tűnik az edzettség és a stressz kapcsolata komplexebb többváltozós összefüggés.

NYILATKOZAT MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATÁRÓL

Jelen dolgozat elkészítése során a szakirodalomkereséshez és az eredmények szintéziséhez a Consensus.app eszközt (Consensus, n.d), továbbá egyes esetekben a szöveg érthetőségének javítása érdekében az OpenAI GPT 3.5-ös modelljét használtam (OpenAI, 2023)

FELHASZNÁLT IRODALOM

Almazrouei, M. A., Morgan, R. M., & Dror, I. E. (2023). A method to induce stress in human subjects in online research environments. *Behavior research methods*, 55(5), 2575-2582.

Al-Shargie, F., Kiguchi, M., Badruddin, N., Dass, S., Hani, A., & Tang, T. (2016). Mental stress assessment using simultaneous measurement of EEG and fNIRS.. *Biomedical optics express*, 7 10, 3882-3898 . <https://doi.org/10.1364/BOE.7.003882>.

An, J., Payne, L., Liechty, T., & Iwasaki, Y. (2022). UNDERSTANDING THE EXPERIENCE OF EUSTRESS AMONG OLDER ADULTS WITH CHRONIC CONDITIONS. *Innovation in Aging*, 6, 489 - 489. <https://doi.org/10.1093/geroni/igac059.1882>.

Black, P., & Garbutt, L. (2002). Stress, inflammation and cardiovascular disease.. *Journal of psychosomatic research*, 52 1, 1-23 . [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(01\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(01)00302-6).

Brindle, R., Ginty, A., Phillips, A., & Carroll, D. (2014). A tale of two mechanisms: a meta-analytic approach toward understanding the autonomic basis of cardiovascular reactivity to acute psychological stress.. *Psychophysiology*, 51 10, 964-76 .

<https://doi.org/10.1111/psyp.12248>.

Brotman, D., Golden, S., & Wittstein, I. (2007). The cardiovascular toll of stress. *The Lancet*, 370, 1089-1100. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61305-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61305-1).

Brown, J. (1991). Staying fit and staying well: physical fitness as a moderator of life stress.. *Journal of personality and social psychology*, 60 4, 555-61 .

<https://doi.org/10.1037//0022-3514.60.4.555>.

Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease: Principles and normal standards for evaluation. *Annals of Clinical Research*, 3(6), 323–332.

Carayanni, V., Bogdanis, G., Vlachopapadopoulou, E., Koutsouki, D., Manios, Y., Karachaliou, F., Psaltopoulou, T., & Michalacos, S. (2022). Predicting VO2max in Children and Adolescents Aged between 6 and 17 Using Physiological Characteristics and Participation in Sport Activities: A Cross-Sectional Study Comparing Different Regression Models Stratified by Gender. *Children*, 9. <https://doi.org/10.3390/children9121935>

Carroll, D., Ginty, A., Der, G., Hunt, K., Benzeval, M., & Phillips, A. (2012). Increased blood pressure reactions to acute mental stress are associated with 16-year cardiovascular disease mortality.. *Psychophysiology*, 49 10, 1444-8 . <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2012.01463.x>.

Chida, Y., & Steptoe, A. (2010). Greater Cardiovascular Responses to Laboratory Mental Stress Are Associated With Poor Subsequent Cardiovascular Risk Status: A Meta-Analysis of Prospective Evidence. *Hypertension*, 55, 1026-1032.

<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.146621>.

Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4), 385–396. <https://doi.org/10.2307/2136404>

Connor, K. M., & Davidson, J. R. (2003). Development of a new resilience scale: The Connor-Davidson resilience scale (CD-RISC). *Depression and anxiety*, 18(2), 76-82.

Crews, D., & Landers, D. (1987). A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors.. *Medicine and science in sports and exercise*, 19 5 Suppl, S114-20 . <https://doi.org/10.1249/00005768-198710001-00004>.

Dai, S., Mo, Y., Wang, Y., Xiang, B., Liao, Q., Zhou, M., Li, X., Li, Y., Xiong, W., Li, G., Guo, C., & Zeng, Z. (2020). Chronic Stress Promotes Cancer Development. *Frontiers in Oncology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.01492>.

Dimsdale, J. (2008). Psychological stress and cardiovascular disease.. *Journal of the American College of Cardiology*, 51 13, 1237-46 . <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2007.12.024>.

Ensel, W., & Lin, N. (2004). Physical Fitness and the Stress Process.. *Journal of Community Psychology*, 32, 81-101. <https://doi.org/10.1002/JCOP.10079>.

Fiuza-Luces, C., Santos-Lozano, A., Joyner, M., Carrera-Bastos, P., Picazo, Ó., Zugaza, J., Izquierdo, M., Ruilope, L., & Lucia, A. (2018). Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nature Reviews Cardiology*, 15, 731-743. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0065-1>

Floriou-Servou, A., Von Ziegler, L., Waag, R., Schläppi, C., Germain, P., & Bohacek, J. (2021). The Acute Stress Response in the Multiomic Era. *Biological Psychiatry*, 89, 1116-1126. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.12.031>.

Forcier, K., Stroud, L., Papandonatos, G., Hitsman, B., Reiches, M., Krishnamoorthy, J., & Niaura, R. (2006). Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A meta-analysis.. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 25 6, 723-39 . <https://doi.org/10.1037/0278-6133.25.6.723>.

Garfin, D., Thompson, R., & Holman, E. (2018). Acute stress and subsequent health outcomes: A systematic review.. *Journal of psychosomatic research*, 112, 107-113 . <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2018.05.017>.

Gazzano, F. (2006). *Vo2max And Team Sports Performance*.

Gerber, M., Börjesson, M., Ljung, T., Lindwall, M., & Jonsdottir, I. (2016). Fitness Moderates the Relationship between Stress and Cardiovascular Risk Factors.. *Journal is not defined within the JOURNAL database.*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001005>

Gerber, M., Börjesson, M., Ljung, T., Lindwall, M., & Jonsdottir, I. (2016). Fitness Moderates the Relationship between Stress and Cardiovascular Risk Factors.. *Journal is not defined within the JOURNAL database.*. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001005>.

Gielen, S., Schuler, G., & Adams, V. (2010). Cardiovascular Effects of Exercise Training: Molecular Mechanisms. *Circulation*, 122, 1221-1238. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.939959>.

Gyollai, A., Simor, P., KöTELES, F. E. R. E. N. C., & Demetrovics, Z. (2011). Psychometric properties of the Hungarian version of the original and the short form of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). *Neuropsychopharmacologia Hungarica*, 13(2), 73-79.

Hagberg, J., Moore, G., & Ferrell, R. (2001). Specific genetic markers of endurance performance and VO2max. *Exercise and sport sciences reviews*, 29 1, 15-9 . <https://doi.org/10.1097/00003677-200101000-00004>.

Hong, H., Ji, M., & Lai, D. (2021). Chronic Stress Effects on Tumor: Pathway and Mechanism. *Frontiers in Oncology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.738252>.

Huang, C., Webb, H., Zourdos, M., & Acevedo, E. (2013). Cardiovascular reactivity, stress, and physical activity. *Frontiers in Physiology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00314>.

JASP Team (2023). JASP (Version 0.19.1) [Computer software]. Retrieved from <https://jasp-stats.org>

Johnson, M., & Johnson, J. (2015). The Correlation Between Aerobic Capacity And Power Output In Diii Collegiate Football Players. In *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings* (Vol. 12, No. 1, p. 23).

Kara, T., Nykodým, J., & Somers, V. (2003). Heart Rate Variability:. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*, 14. <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.03258.x>.

Klaperski, S., & Fuchs, R. (2021). Investigation of the stress-buffering effect of physical exercise and fitness on mental and physical health outcomes in insufficiently active men: A randomized controlled trial. *Mental Health and Physical Activity*, 21, 100408.
<https://doi.org/10.1016/J.MHPA.2021.100408>.

Klein, E., Brähler, E., Dreier, M., Reinecke, L., Müller, K., Schmutzer, G., Wölfling, K., & Beutel, M. (2016). The German version of the Perceived Stress Scale – psychometric characteristics in a representative German community sample. *BMC Psychiatry*, 16.
<https://doi.org/10.1186/s12888-016-0875-9>.

Koĝar, E., & Koĝar, H. (2023). A systematic review and meta-analytic confirmatory factor analysis of the perceived stress scale (PSS-10 and PSS-14).. *Stress and health : journal of the International Society for the Investigation of Stress*. <https://doi.org/10.1002/smi.3285>.

Kranjec, J., Beguš, S., Geršak, G., & Drnovsek, J. (2014). Non-contact heart rate and heart rate variability measurements: A review. *Biomed. Signal Process. Control.*, 13, 102-112.
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2014.03.004>.

Kumar, K., Ravi, V., Kumar, L., Khanna, A., Jain, R., & Verma, S. (2019). A STUDY ON EUSTRESS AND ITS EFFECTS. , 10.

Kyriakou, K., Resch, B., Sagl, G., Petutschnig, A., Werner, C., Niederseer, D., Liedlgruber, M., Wilhelm, F., Osborne, T., & Pykett, J. (2019). Detecting Moments of Stress from Measurements of Wearable Physiological Sensors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19.
<https://doi.org/10.3390/s19173805>.

Makhubela, M. (2020). Assessing psychological stress in South African university students: Measurement validity of the perceived stress scale (PSS-10) in diverse populations. *Current Psychology*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-00784-3>.

Martos, T., Sallay, V., Désfalvi, J., Szabó, T., & Ittész, A. (2014). Az Élettel való Elégedettség Skála magyar változatának (SWLS-H) pszichometriai jellemzői= psychometric characteristics of the Hungarian version of the satisfaction with life scale (SWLS-H). *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 15(3), 289-303.

Matthews, G. (2016). Chapter 26 – Distress. , 219-226. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800951-2.00026-1>.

Mcgonagle, K., & Kessler, R. (1990). Chronic stress, acute stress, and depressive symptoms. *American Journal of Community Psychology*, 18, 681-706.

<https://doi.org/10.1007/BF00931237>.

Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO 2max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 45, 1469-1481.

Miller, E., Apple, C., Kannan, K., Funk, Z., Plazas, J., Efron, P., & Mohr, A. (2019). Chronic stress induces persistent low-grade inflammation.. *American journal of surgery*.

<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.07.006>.

Miller, G., Chen, E., & Zhou, E. (2007). If it goes up, must it come down? Chronic stress and the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis in humans.. *Psychological bulletin*, 133 1, 25-45 . <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.25>.

Miller, G., Cohen, S., Ritchey, A., Chen, E., Kirschbaum, C., Mcewen, B., Rabin, B., Rohleder, N., & Miller, E. (2002). Chronic psychological stress and the regulation of pro-inflammatory cytokines: a glucocorticoid-resistance model.. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 21 6, 531-41 . <https://doi.org/10.1037/0278-6133.21.6.531>.

Mücke, M., Ludyga, S., Colledge, F., & Gerber, M. (2018). Influence of Regular Physical Activity and Fitness on Stress Reactivity as Measured with the Trier Social Stress Test Protocol: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48, 2607-2622.

<https://doi.org/10.1007/s40279-018-0979-0>.

Neumann, R., Ahrens, K., Kollmann, B., Goldbach, N., Chmitorz, A., Weichert, D., Fiebach, C., Wessa, M., Kalisch, R., Lieb, K., Tüscher, O., Plichta, M., Reif, A., & Matura, S. (2021). The impact of physical fitness on resilience to modern life stress and the mediating role of general self-efficacy. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*.

<https://doi.org/10.1007/s00406-021-01338-9>

OpenAI. (2023). *ChatGPT (GPT-3.5) [Large language model]*. Retrieved from

<https://openai.com>

Reis, D., Lehr, D., Heber, E., & Ebert, D. (2019). The German Version of the Perceived Stress Scale (PSS-10): Evaluation of Dimensionality, Validity, and Measurement Invariance With Exploratory and Confirmatory Bifactor Modeling. *Assessment*, 26, 1246 - 1259. <https://doi.org/10.1177/1073191117715731>.

Reisman, S. (1997). Measurement of physiological stress. *Proceedings of the IEEE 23rd Northeast Bioengineering Conference*, 21-23. <https://doi.org/10.1109/NEBC.1997.594939>.

Ridner, S. (2004). Psychological distress: concept analysis.. *Journal of advanced nursing*, 45 5, 536-45 . <https://doi.org/10.1046/J.1365-2648.2003.02938.X>.

Roth, D., & Holmes, D. (1985). Influence of Physical Fitness in Determining the Impact of Stressful Life Events on Physical and Psychologic Health. *Psychosomatic Medicine*, 47, 164–173. <https://doi.org/10.1097/00006842-198503000-00008>

Saini, R., Arora, A., Joshi, H., & Gaurav, A. (2024). Exploring the link between eustress and adolescent health in India: An empirical study. *Journal of Education and Health Promotion*, 13. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1341_23.

Santisteban, K., Lovering, A., Halliwill, J., & Minson, C. (2022). Sex Differences in VO2max and the Impact on Endurance-Exercise Performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph19094946>.

Schneider, E., Schönfelder, S., Domke-Wolf, M., & Wessa, M. (2020). Measuring stress in clinical and nonclinical subjects using a German adaptation of the Perceived Stress Scale. *International Journal of Clinical and Health Psychology : IJCHP*, 20, 173 - 181. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2020.03.004>.

Shaffer, M. (1982). The Signs of Stress. , 21-34. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4103-1_2.

Sheng, X., Liang, K., Li, K., Chi, X., & Fan, H. (2024). Association between sports participation and resilience in school-attending students: a cross-sectional study. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1365310>.

Shields, G., Sazma, M., & Yonelinas, A. (2016). The effects of acute stress on core executive functions: A meta-analysis and comparison with cortisol. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 651-668. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.06.038>.

Shields, G., Sazma, M., McCullough, A., & Yonelinas, A. (2017). The Effects of Acute Stress on Episodic Memory: A Meta-Analysis and Integrative Review. *Psychological Bulletin*, 143, 636–675. <https://doi.org/10.1037/bul0000100>.

Singh, N., Moneghetti, K., Christle, J., Hadley, D., Froelicher, V., & Plews, D. (2018). Heart Rate Variability: An Old Metric with New Meaning in the Era of Using mHealth technologies for Health and Exercise Training Guidance. Part Two: Prognosis and Training.. *Arrhythmia & electrophysiology review*, 7 4, 247-255 .
<https://doi.org/10.15420/aer.2018.30.2>.

Spielberger, C. D., Gonzalez-Reigosa, F., Martinez-Urrutia, A., Natalicio, L. F., & Natalicio, D. S. (1971). The state-trait anxiety inventory. *Revista Interamericana de Psicologia/Interamerican journal of psychology*, 5(3 & 4).

Step toe, A., & Kivimäki, M. (2012). Stress and cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*, 9, 360-370. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2012.45>.

Step toe, A., & Kivimäki, M. (2013). Stress and cardiovascular disease: an update on current knowledge.. *Annual review of public health*, 34, 337-54 . <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031912-114452>.

Step toe, A., Hamer, M., & Chida, Y. (2007). The effects of acute psychological stress on circulating inflammatory factors in humans: A review and meta-analysis. *Brain, Behavior, and Immunity*, 21, 901-912. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.03.011>.

Stults-Kolehmainen, M., & Sinha, R. (2013). The Effects of Stress on Physical Activity and Exercise. *Sports Medicine*, 44, 81-121. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0090-5>.

Vaccarino, V., Shah, A., Mehta, P., Pearce, B., Raggi, P., Bremner, J., & Quyyumi, A. (2021). Brain-heart connections in stress and cardiovascular disease: Implications for the cardiac patient.. *Atherosclerosis*, 328, 74-82 .
<https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2021.05.020>.

Wilson, M., Ellison, G., & Cable, N. (2015). Basic science behind the cardiovascular benefits of exercise. *Heart*, 101, 758 - 765. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-306596>.

Zhang, W., Hashemi, M., Kaldewaij, R., Koch, S., Beckmann, C., Klumpers, F., & Roelofs, K. (2019). Acute stress alters the 'default' brain processing. *NeuroImage*, 189, 870-877. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.063>.