

Tartalomjegyzék

IRODALMI BEVEZETŐ	3
<i>Bevezetés</i>	3
<i>Tesztelési hatás</i>	4
<i>Transzfer</i>	7
<i>Tesztelési hatás és transzfer</i>	8
<i>Stressz hatása a memóriára</i>	10
MÓDSZERTAN.....	15
<i>Hipotézisek</i>	20
EREDMÉNYEK.....	21
<i>Leíró statisztikák</i>	21
<i>Összehasonlító statisztika</i>	22
EREDMÉNYEK ÉRTELMEZÉSE	26
<i>Irodalomjegyzék</i>	30
<i>Függelék</i>	38

Absztrakt

Életünk sorsdöntő pillanataiban, amikor legnagyobb jelentősége van emlékeink előhívásának, szinte kivétel nélkül stresszt élünk át: legyen az vizsga, állásinterjú, előadás vagy egy súlyos következménnyel járó beszélgetés, a kérdés ugyanaz marad. Mit kell ahhoz tennünk, hogy ezekben az igazán fontos helyzetekben maximalizálni tudjuk emlékeink előhívásának hatékonyságát? A jelen kutatás arra lett tervezve, hogy meghatározza a kezdeti tanulás feltételeinek hatását a tanult információ megtartására és transzferjére stresszes helyzetben.

Számos kísérletben bebizonyosodott, hogy a teszt alapú tanulás jobb megtartást eredményez egy korábban tanult anyagon egy azonos időtartamú újratanuláshoz képest (tesztelési hatás, Roediger és Karpicke, 2006), de kérdés, hogy ez vajon így van-e a társas nyomás által kikényszerített stresszhelyzetekben is. Tehát felmerül, hogy a tesztelési hatás hatékony tanulási módszer-e akkor is, ha az emlékeinket stresszes szituációban kell előhívniunk?

Ennek tesztelése érdekében vizsgálatunkban a kísérleti személyeinket stresszes és kontroll csoportokba soroltuk. Mindkét csoport 30 szuahéli-magyar szópárt tanult meg sima újratanulással (15-öt), és teszteléses módszerrel (15-öt). Egy héttel később a Trier Szociális Stressz Tesztet (TSST, Kirschbaum, Pirke és Hellhammer, 1993) használva a kísérleti személyek felét stresszes állapotba hoztuk, a másik csoport pedig a TSST feladataival megegyező - hasonló kognitív erőfeszítést igénylő de a stressztokozó faktorokat mellőző – feladatokat oldott meg. Ezután történt mindkét kondíciónál az egy héttel korábban tanult szópárok tesztelése. Elemzésünk során azt vizsgáltuk, hogy szignifikánsan befolyásolja-e az előhívott szavak számát a kontroll, illetve a stresszes feltételben a tanulási módszer.

Eredményeim szerint a kontroll csoportban a tesztelési hatás a szakirodalom korábbi eredményeivel párhuzamosan hatékony tanulási eszköz volt, stresszes esetben azonban nem volt előnye a sima tanulással szemben. Érdekes módon a sima tanulással tanult szavakat jobban, a teszteléssel tanult szavakat pedig rosszabbul hívták elő a stresszes csoportban a kontroll csoporttal összehasonlítva. Eredményeim szerint tehát a teszt alapú tanulás jótékony hatása eltűnik, ha az előhívás stresszes környezetben történik.

Irodalmi bevezető

Bevezetés

Életünk sorsdöntő pillanataiban, amikor legnagyobb jelentősége van emlékeink előhívásának, szinte kivétel nélkül stresszt élünk át: legyen az vizsga, állásinterjú, előadás vagy egy súlyos következménnyel járó beszélgetés, a kérdés ugyanaz marad. Mit kell ahhoz tennünk, hogy ezekben az igazán fontos helyzetekben maximalizálni tudjuk emlékeink előhívásának hatékonyságát?

A fenti epizódok relevanciájára ellenére arányaiban igen kevés kutatás fókuszál az emlékezeti folyamatok vizsgálatára stresszes helyzetekben. Ezt a lyukat próbálván foltozni jelen kutatás arra lett tervezve, hogy meghatározza a kezdeti tanulás feltételeinek hatását a tanult információ transzferjére nyugodt tanulási állapot és stresszes helyzetben való előhívás esetén. Másik oldalról megfogalmazva a kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy vajon a teszt alapú tanulás jótékony hatása akkor is megmarad-e, ha az előhívás stresszes környezetben történik, vagyis a tesztelési hatás hatékony mnemoteknikai eszköz-e társas nyomás által kikényszerített stresszhelyzetekben is. Tehát a tesztelési hatás valóban ökológiailag valid eszköz-e emlékeink elmélyítésére?

A kérdések eldöntésére alább részletezett kísérletemben a résztvevők (N=20) szuahéli-magyar szópárokat tanultak meg sima újratanulással és teszteléses módszerrel. Az előhíváskor azonban a kísérleti személyek fele stresszes szituációba került. Az elemzés során többek között azt vizsgáltam, hogy befolyásolja-e az előhívott szavak számát a stresszes és a kontroll feltételben a tanulási módszer.

Tanulmányom első részében rövid összefoglalóját adom a kísérlet háttéréül szolgáló szakirodalomnak. Első körben a tesztelési hatás jelenségét mutatom be, majd a memóriakutatás egy másik kulcselemét, a transzfer jelenségét ismertetem. Ezután áttekintést adok a stressz és a memória közös kutatási eredményeiről. Minden alfejezetben hangsúlyt fektetek a korábbi kísérletek bemutatására, különösképpen azokra, amelyek valamilyen módon kutatásom alapjául szolgáltak.

A szakirodalom áttekintését a módszer bemutatása, az eredmények ismertetése és a következtetések levonása követi.

Tesztelési hatás

A tesztelési hatásról általában

A tanulásra legtöbbször olyan folyamatként tekintenek, amely kizárólag a tanulási periódusok alatt megy végbe; az információ tesztelés alatti előhívását pusztán a megelőző tanulás fokmérőjeként használják (Roediger és Butler, 2011). Számos kutatási eredmény mondott azonban ellent az előbbi leegyszerűsítésnek: a vizsgálatok sorában azt találták, hogy a tesztelés, illetve az ismételt előhívás nem csak hogy kiváló memória-fokozó, de egy végső teszten szignifikánsan jobb előhíváshoz vezet, mint a tanult anyag egyszerű újratanulása (ld. pl.: Gates, 1917, id. Butler 2010). A szakirodalom ezt a jelenséget tesztelési hatásnak (*testing effect*, *tesztelési effekt*) nevezi. Összefoglalva tehát a tesztelési hatás arra a jelenségre utal, amikor a teszt alapú tanulás jobb megtartást eredményez egy korábban tanult anyagon egy azonos időtartamú újratanuláshoz képest (Roediger és Karpicke, 2006; Carpenter, Pashler, Wixted, és Vul, 2008).

A 20. század eleje óta jónéhány kutatás foglalkozott a tesztelési hatással. A továbbiakban tanulmányomban pusztán azokat emelem ki, amelyek jelentőségüknél vagy újszerűségüknél fogva hozzájárulhatnak egy minél teljesebb kép kialakításához. Az egyik első klasszikus vizsgálat Gates (1917) nevéhez fűződik, aki 1., 3., 4., 5., 6., és 8. osztályos gyerekeket vizsgált 2 különböző típusú anyaggal (Ebbinghaus féle nem értelmes szótagok, rövid önéletrajzok). Eredményei alapján azt a következtetést vont le, hogy a több feleltetés a tantervben növelné a tanulás hatékonyságát az iskolákban. Spitzer (1939) doktori disszertációjában 91 iskola 3605 hatodik osztályos gyermekén végzett vizsgálatot. A diákokon különböző tesztelési mintázatokat próbált ki. Eredményei szerint a résztvevők "példaszerű" felejtési görbét produkáltak: minél később volt az első teszt, annál rosszabb volt a teljesítmény. Másik fontos eredménye, hogy abban az esetben, ha volt közbeiktatott teszt és az elég közel volt a tanulási fázishoz, akkor az szinte teljesen megállította a felejtést, és a végső előhíváskor közel azonos mennyiségű információt hívtak elő a diákok.

A Spitzer kísérlete utáni időszakban a tesztelési hatás iránti érdeklődés egy időre teljesen eltűnt. Az elmúlt évtizedben azonban újra fellendült az érdeklődés a tesztelési hatás iránt. Több kutatásban kimutatták mnemotechnikai előnyeit (Marsh, Roediger, Bjork és Bjork, 2007; McDaniel, Roediger és McDermott, 2007), és számos kísérlet szolgáltatott bizonyítékokat amellett, hogy az ismételt előhívás sokkal hatékonyabb hosszútávú megtartást eredményez, mint az ismételt tanulás (Carpenter,

Pashler, Wixted és Vul, 2008; Roediger és Karpicke, 2006). A közelmúltban megjelent egyik legszebb eredményekkel járó kutatás Karpicke és Roediger (2008) nevéhez fűződik. Ők szuahéli-angol szópárokat használva azt tesztelték, hogy miként járul hozzá az anyag megtanulásához az ismételt tanulás és az ismételt tesztelés. A kapott adatok alapján elmondható, hogy akik tanulás közben tesztelték a kapott anyagot szignifikánsabban több szóra emlékeztek mint akik nem. Ami ennél még érdekesebb, hogy azok a személyek, akik többször tanulták újra az anyagot, semmivel sem nyújtottak jobb teljesítményt az egy héttel később esedékes végső teszten a többi csoportnál. Tehát az ismételt tanulás semmilyen teljesítményjavulást sem eredményezett. McDaniel, Roediger és McDermott (2007) a korábbi gyakorlattal ellentétben egyszerű szótanulások vizsgálatok helyett oktatásban használt anyagokat (rövid cikkeket, órákat, kurzusokat) használtak a tesztelési hatás vizsgálatára, és a korábbiakat megerősítő eredményeket kaptak.

Mennyiség, időzítés, visszajelzés

Bár a kutatások eredményei egy irányba mutatnak, mégis felvetődik a kérdés, hogy pontosan milyen körülmények között vezet a tesztelés a leghatékonyabb eredményre: hány és milyen időpontban véghezvitt teszt szükséges a hosszútávú megtartás maximalizálásához, és szükséges-e visszajelzés minden esetben? Pyc és Rawson (2009) vizsgálata alapján az előhívások optimális számával kapcsolatban elmondható, hogy az előhívás öt- és hétszeres ismétléséig növekedett a teljesítmény, ezután a tesztelés hozzáadott pozitív hatása szinte teljesen eltűnt. Más kutatások is hasonló eredményre vezettek: akár egy előhívás is képes az emlékezeti teljesítményt növelni (Carpenter, 2009), de a többszöri előhívás általában jobb eredményre vezet a későbbi megtartásra nézve, mint az egyszeri (Roediger és Karpicke, 2006).

A memóriakutatók egy része azon az állásponton van, hogy az egyes előhívásoknak/teszteknek megfelelően közel kell lenniük egymáshoz, hogy a személy ne követhessen el hibát a felidézés során, mert a hibás előhívás után a korrekt válasz elsajátítása még nehezebbé válik. Az időfaktort tekintve elmondható, hogy abban az esetben, ha túl hamar történik a tanult anyag előhívása, akkor a tesztelésnek nincs jótékony hatása (Craik és Watkins, 1973), ha pedig túl későn, akkor a hibázás esélye növekszik nagyra. Azt is láttuk azonban Pyc és Rawson (2009) vizsgálatában, hogy az előhívás csak a nehezebbik feltételben vezetett a teljesítmény javulásához. Tehát egyrészt fontos, hogy az előhívás ne legyen túl messze a tanulástól, mert az növeli a

hibás válaszok valószínűségét, de nem lehet túl közel sem, mert akkor az erőfeszítés hiánya miatt nem vezet a tesztelés eredményre.

A fenti eredmények alapján egyértelműen látszik, hogy a tesztelési hatás feedback hiányában is javítja a tanult anyag megtartását, azonban a helyes válasz előhívás utáni megadása tovább fokozza a teljesítményt (Kulhavy és Stock, 1989). Ennek egyik oka, hogy a feedbacknek köszönhetően a személyek képesek kijavítani hibáikat, és megerősíteni helyes válaszaikat. A megfelelő visszajelzésnek azonban bizonyos esetekben – különös képpen a feleletválasztós és tesztalapos vizsgáknál - kiemelt jelentősége van, mert a vizsgázó a hamis információval is találkozhat. Ilyenkor felmerül az esélye annak, hogy a helytelen információt tanulja meg, mivel ez utóbbit véli igaznak. Ennek megfelelően több kutatásban is azt találták, hogy egy feleletválasztós vizsga utáni későbbi tesztelés során a kísérleti személyek a helytelen információt hívták elő, a helyesre pedig nem emlékeztek (Marsh, Roediger, Bjork és Bjork, 2007). A probléma súlyossága ellenére a megoldás igen egyszerű: abban az esetben, ha a diákok visszajelzést kapnak a vizsga után, a negatív hatás teljesen eltűnik (Butler és Roediger, 2008).

A lehetséges negatív következmények

Az előhívás folyamata növeli az adott anyag későbbi előhívásának valószínűségét, de az interferencia jelenségnek köszönhetően más tanult elemek előhívását meg is akadályozhatja. A jelenséget elsőként Tulving és Arbuckle (1966) figyelte meg. Azonban Glanzer és Cunitz (1966) megjegyzi, hogy az általuk megfigyelt negatív hatás elsősorban csak rövid távon érvényesült, és nem kontrollált faktorok is befolyásolhatták az eredményeket. Tulvingékhoz hasonló eredményeket talált másfél évtizeddel később Roediger és Schmidt (1980) is.

Egy másik negatív hatást a visszajelzés témakörénél már részben érintettük. Feltehető a kérdés, hogyha az emberek a tesztekben is tanulnak, mit történik, ha teszt közben hibás információnak vannak kitéve. Elsőként Remmers és Remmers (1926, id. Roediger és Karpicke, 2006) foglalkozott a problémával negatív sugalmazási hatásnak (*negative suggestion effect*) nevezve el azt. Feleletválasztós és igaz-hamis tesztek során a diákok gyakran találkoznak félrevezető válaszokkal, és a rossz alternatíva választása hozzájárulhat a hibás információ elmélyítéséhez. Hasher, Goldstein és Toppino (1977) kimutatták, hogy amikor a diákokat egy állítás igazságtartalmának az eldöntésére kérték, attól függetlenül, hogy igaz vagy hamis volt-e az állítás, inkább

ítélték azt igaznak, ha korábban már többször találkoztak vele. Hasonló eredményekett kaptott többek között Begg, Armour és Kerr (1985) is.

A legtöbb eredmény azt támasztja alá, hogy a negatív következmények kisebbek, mint a pozitív hatások (Roediger és Karpicke, 2006) még akkor is, ha figyelembe vesszük azt, hogy a tesztelés szorongáshoz is vezethet (Steele, 1997). Az egyik tesztelési hatással szembeni bírálatról azonban még nem beszéltünk: arról, hogy az előhívás során a kísérleti személyek egy adott választípust gyakorolnak be, így felmerül, hogy a megszerzett tudást nem képesek alkalmazni új helyzetben. Ez azonban rendkívül fontos kérdés mind elméleti, mind gyakorlati szempontból, hiszen az információkat szinte sohasem abban a kontextusban használjuk, mint amiben megtanultuk őket. A következő fejezetben ezt a kérdést járjuk körül.

Transzfer

A transzferről általában

A pszichológia egyik legrégebbi megoldatlan kérdése, hogy a tanult anyagot miként vagyunk képesek transzferálni, azaz a konkrét tanulási helyzettől elvonatkoztatva más helyzetben alkalmazni. *A transzfer* arra való képesség, hogy a tanult információt valamilyen módon általánosítsuk egy adott kontextusból a másikba (Butler, 2010). Annak ellenére, hogy a megtanult tudás transzferjének mind elméleti, mind gyakorlati jelentősége óriási, máig nincs egyetértés sem a transzfer természetét, sem az alátámasztó mechanizmusokat illetően. Sokszor nem is az a valós kérdés, hogy képesek vagyunk-e az anyagot megtanulni, hanem képesek vagyunk-e a kívánt időpontban és helyszínen az elsajátított tudást alkalmazni (Barnett és Kolowski, 2002).

A továbbiakban nem részletezem a transzferhez kapcsolódó kutatások összességét, csupán néhány kutatást emelek ki, amelyek a három leginkább kutatott témakör köré csoportosulnak (analóg transzfer, intelligencia és transzfer, oktatás és transzfer). Az analóg transzfer kutatások valamilyen tanulási feladattal kezdődnek, majd ezt valamilyen, az elsővel struktúráisan megegyező (analóg) új feladat követi. Ez utóbbi feladaton elért teljesítmény függvényében értékelik a transzfer sikerességét. Gick és Holyoak (1980) a tanítási körben a végső tesztelési fázishoz különböző mértékben hasonló problémákat adott a kísérleti személyeknek. Nem meglepő módon a résztvevők annál inkább képesek voltak megoldani a problémát, minél nagyobb volt a hasonlóság. Érdekes módon azonban, abban az esetben ha valamilyen, az első

feladatra utaló segítséget kaptak a kísérletvezetőtől, majdnem az összes résztvevő sikeresen végezte el a feladatot.

Máig vitás kérdés, hogy az oktatási rendszer képes-e arra, hogy általános, jól transzferálható képességeket tanítson. A kísérletek sokasága vegyes eredményeket hozott (Lehman, Lemper és Nisbett 1988). Lehman és munkatársainak (1988) eredményei bizonyos tudományágakkal kapcsolatban sikeres, másokkal szemben pedig sikertelen eredményeket hoztak. VanderStoep és Shaughnessy (1997) amellett találtak kísérleti bizonyítékokat, hogy egy kurzus eredményeit a diákok a való életben is sikeresen alkalmazták.

Szintén hosszú ideje izgatja a kutatókat, hogy lehet-e transzferálható intelligenciát és meta-kognitív képességeket tanítani a diákoknak. Ceci és Williams (1997) azt találta, hogy az iskola növeli az IQ szintet még úgy is, ha kiszűrjük azt a hatást, hogy a magasabb IQ magasabb iskolázottsághoz vezet. Adey és Shayer (1993) egy vizsgálatában bizonyítékokat talált transzferre egy meta-kognitív és magasabbrendű képességeket fejlesztő tréningről egy angol kurzuson elért eredményekre.

Belső állapot és transzfer

Számos kutatásban bebizonyosodott, hogy az a jelenség, hogy az adott körülmények között megtanult anyagot más körülmények között gyakran nehezebb felidézni – tehát nehéz transzferálni-, nem csak külső körülmények változása esetén, hanem a személy belső fiziológiai állapotának, hangulatának, (belső kontextusának) változása esetén is igaz (Goodwin, 1969; Bower, 1981). Goodwin (1969) vizsgálatában azt találta, hogy akik italos állapotban tanultak valamit, akkor azt italos állapotban jobban fel tudták idézni mint józanon, illetve fordítva. Bower (1981) eredményei arra szolgáltatott bizonyítékokat, hogy ha vidám vagy szomorú hangulatot idéznek elő a személyeknél, az befolyásolta, hogyan kódoltak és idéztek fel egy pszichiátriai interjút. Az viszont, hogy a felidézéskor újra kiváltották az eredeti hangulatot, nem bizonyult fontos tényezőnek. Teasdale és Russel (1983) eredményei szerint a fenálló hangulat döntően befolyásolta a felidézést.

Tesztelési hatás és transzfer

Az előző két fejezetben röviden bepillantást nyerhettünk a tesztelési hatás és a transzfer szakirodalmába, láthattunk néhány kísérleti példát és a paradigmák jelentőségéről is szó esett. Jelen fejezet arra hivatott, hogy összefoglalja a két jelenség

metszetében álló kutatásokat, hogy ezáltal is segítse vizsgálatom háttérének pontosabb megértését.

Annak ellenére, hogy a tesztelési hatás irodalmán belül kevés kutatás foglalkozott a tesztelés transzferre gyakorolt hatásaival, és csupán az utóbbi néhány évben születettek eredmények erre vonatkozólag, jelenleg a tesztelési hatás és transzfer témájában folyó kutatások eredményeképpen kibontakozni látszik az a tendencia, hogy a tesztelési hatás transzfer esetén is elősegíti az előhívást (Carpenter, 2012; Johnson és Mayer, 2009).

Carpenter (2012) tanulmányában alapvetően 3 csoportba osztja a kutatásokat: Az *idői kontextusváltás* irodalmát nézve számos kutatás bizonyítja, hogy a tesztelési hatás jobb előhívást eredményez különböző időablakokat használva: 5 perccel, nappal, héttel, (Carpenter, Pashler, Wixted és Vul, 2008), sőt kilenc hónappal (Carpenter, Pashler és Cepeda, 2009) a tesztelés után is. Tehát idői kontextusváltás esetén a tesztelés hatékony mnemotechnikai módszer.

Ennél talán egy fokkal érdekesebb, hogy a tesztelés hatása *különböző típusú teszthelyzetek* esetén is működni látszik. Tehát akkor is, ha az anyag teszteléssel való tanulásának formája különbözött a végső tesztelésen alkalmazottól, az előhívás eredményesebb volt az egyszerű újratanuláshoz képest. Rohrer, Taylor és Sholar (2010) egyik vizsgálatában például egy kitalált vaktérkép városait kellett a diákoknak újrateszteléssel vagy újratanulással elmélyíteniük. Egy héttel később a végső teszteléskor 2 módszert alkalmaztak: a diákoknak vagy egyszerűen a vaktérképre be kellett írniuk a hiányzó városok neveit, vagy – a transzferhelyzetben – meg kellett nevezniük, hogy két már jelölt város között melyik harmadik városon keresztül vezet a legrövidebb út. Eredményeik szerint a teszteléssel való tanulás jobb transzferhez vezetett, mint a pusztán újratanulás.

Carpenter, Pashler és Vul (2006) eredményei szerint asszociációs párok egy irányba való tesztelése (A-?) jobb eredményre vezetett a végső teszten a párok újratanulásához (A-B) képest még akkor is, ha a végső előhívás az ellenkező irányban történt (?-B). Hasonló eredményekről számolt be Kanak és Neuer is (1970). McDaniel, Anderson, Derbish és Morrisette (2007) kísérletében a résztvevők egy online kurzuson tanultak különböző anyagokat, majd ezeket vagy plusz olvasással vagy kvízek által újra tanulhatták. Eredményeik szerint a kvízek általi tanulás a végső tesztelésen annak ellenére jobb eredményre vezetett, hogy a feltett kérdések más tartalmakra vonatkoztak mint a kvízek közben. Ez alapján elmondhatjuk, hogy a

tesztelés segíti a közeli transzfert abban az esetben, ha a kontextus az eredetihez igen közeli. Carpenter és Kelly (2012) nevéhez fűződik az egyetlen olyan vizsgálat, ahol a tesztelési tanulás hatékonyságát téríti tudás transzferjéhez kapcsolódóan is sikerült kimutatni.

Chan, McDermott és Roediger (2006; lsd még Chan 2009, 2010) ennél egy lépéssel továbbmenve azt találta, hogy a tesztelés pozitív hatással van a tesztelt anyaghoz kapcsolódó, de nem tesztelt információ megtartására is, tehát *különböző tudásterületek* közötti transzferre is jótékony hatással bír. A jelenséget előhívás-indukált facilitációnak (*retrieval-induced facilitation*) nevezték el. Szerintük ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy egy kérdés megválaszolása közben az emberek sokszor előhívják az ahhoz kapcsolódó emlékeiket is, és ez fokozza egy későbbi teszten elért teljesítményüket a vonatkozó anyagon is.

Mivel azonban a felsorolt transzfer és tesztelési hatás témájában végzett vizsgálatok a transzfer csupán néhány szűk típusára vonatkoztak, így konkrét következtetés csak fenntartásokkal vonható le a nyugodt illetve stresszes állapot között lejátszódó transzferről és a közben végbemenő emlékezeti folyamatokról. Ahogy Barnett és Ceci (2002) cikkükben kiemelik, a transzfer, mint jelenség nem értelmezhető egy adott típusú entitásként, hanem számos altípusra oszlik, és egyik altípusról a másikra nehéz az eredményeket általánosítani. Tehát bár összefoglalóan elmondható, hogy a tesztelési hatás alapvetően támogatni látszik a transzfert, azonban fontos kiemelni, hogy ezidáig a transzfer csupán néhány korlátozott altípusa került vizsgálatra a tesztelési hatással kapcsolatban (amely nem egyezik meg a kísérletemben alkalmazottal), és az eddig elvégzett vizsgálatokkal szemben is számos kritika fogalmazható meg többek között arra vonatkozólag, hogy a a transzfer megvalósulása több ponton nem egyértelmű (Butler, 2010).

Stressz hatása a memóriára

A stressz bizonyos helyzetekben fokozza (pl. Roozendaal, 2000), más helyzetekben csökkenti a memória teljesítményét (pl. Buchanan, Tranel és Adolphs, 2006). Extrém helyzetekben az is előfordul, hogy minden egyes kis részletre emlékszünk vagy esetleg teljesen képtelenek vagyunk előhívni kapcsolódó emlékeinket. Memóriára gyakorolt hatását számos kutatásban vizsgálták (összefoglalásként: Joels, Pu, Wiegert, Oitzl, és Krugers, 2006), és mind a kódolásban, konszolidációban és előhívásban játszott jelentősége bebizonyosodott (pl. Elzinga, Bakker és Bremner, 2005; Sandi,

Woodson és Haynes 2005). Jelen fejezet célja, hogy rövid összefoglalót nyújtson a stressz és a memória közös szakirodalmáról.

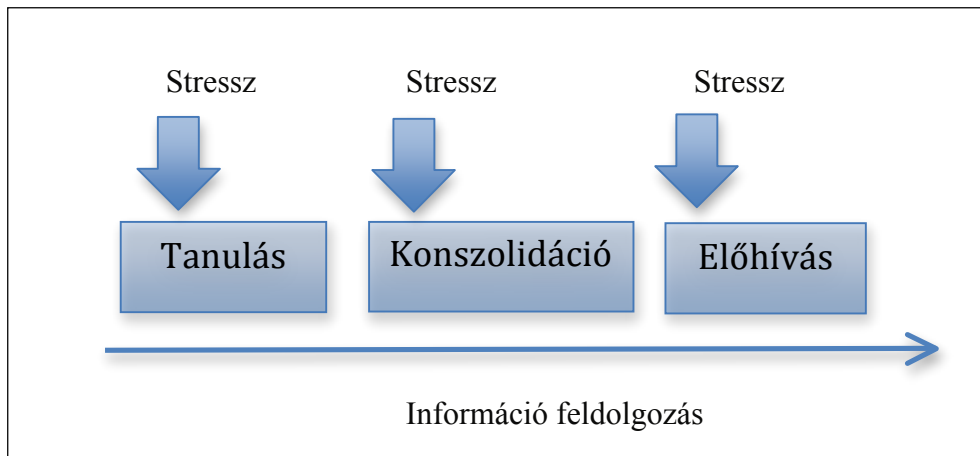
Sem az intuíció, sem a tudományos közvélemény nem kérdőjelezi meg, hogy a stressz rendkívül fontos befolyásoló tényezője a tanulásnak és a különböző emlékezeti folyamatoknak. Az embereken végzett kísérletek száma – részben az etikai korlátok miatt is – erősen korlátozott. A Yerkes-Donson törvény (1908) óta sokan érveltek amellett, hogy a stressz szint egy fordított U alakú görbe mentén befolyásolja a tanulást, a memóriát és annak plaszticitását (Joels, Pu, Wiegert, Oitzl, és Krugers, 2006), azonban a lineáris elképzelést támogató munkák is születtek (Diamond, 2005). A következőkben végigvesszük, milyen faktorok mentén befolyásolható a stressz memóriára gyakorolt hatása.

A stressz memóriára gyakorolt hatását befolyásoló faktorok

A stressz hatását a memóriára számos faktor befolyásolja; ezek közül az egyik legtöbbet vizsgált tényező a stresszor típusa. A stresszorok lehetnek *egyszeriek vagy ismétlődőek*; ez alapján beszélhetünk akut vagy krónikus stresszről (Pecoraro, Gomez, La Fleur, Roy és Dallman, 2005). A stresszes helyzeteket *intenzitás alapján* hagyományosan 3 különböző csoportba szokták sorolni (alacsony, közepes, magas). Egy másik, mindenképp említést érdemlő faktor a stresszor *kontrollálhatóságára* vonatkozik, a *tanulás típusa* és a *tanulandó anyag valenciája* is szintén rendkívül fontos tényező. Gyakran figyeltek meg *nemi különbségeket* a stressz válaszban (Kudielka és Kirschbaum, 2005) és a memória vizsgálatokban is (Cahill, 2006).

Jelen tanulmány szempontjából a legfontosabb faktort mutatom be utolsóként. Roozendaal (2002, 2003) hívta fel annak a jelentőségére a figyelmet, hogy a stresszor a információ feldolgozás melyik fázisában operál: a tanulás, a konszolidáció vagy az előhívás alatt. A következőkben ez utóbbi felosztást használva mutatom be a stressz memóriára gyakorolt hatásának szakirodalmát. Bár néhány mondatban kitérek a kutatások kiindulópontjául szolgáló állatkísérletekre is, elsősorban az embereken végzett kutatásokra fókuszálok.

1. Ábra. Stressz hatása a memóriára.



Stressz hatása a tanulásra

A stressz hatását a tanulásra számos állatkísérletben vizsgálták. Macskák esetében azonnali tesztelés esetén a tanulás alatti stressz nem befolyásolta sem az elsajátítás minőségét, sem a mennyiségét (Diamond és társai, 2006), ha azonban a tesztelés egy nappal később történt, akkor már volt negatív hatás. Ha a tesztelés öt percel a tanulás után történt, tanulás alatti stresszhelyzet patkányoknál nem befolyásolta a teljesítményt, rosszabb előhívást eredményezett azonban, ha a tesztelés három órával a tanulás után történt.

Az embereken végzett vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy a tanulás alatti stressz általában romboló hatással van a deklaratív memóriára (Elzinga, Bakker és Bremner, 2005; Lupien és McEwen, 1997). Születtek azonban olyan kutatások is, amelyek ezzel ellentétesen azt találták, hogy a tanulás alatti stressz fokozza a memória teljesítményét (Domes, Heinrichs, Reichwald és Hautzinger, 2002; Smeets, Giesbrecht, Jelicic és Merckelbach, 2007).

A témával foglalkozó kutatók nagy része amellett érvel, hogy a stressz hatásának elsődleges mediáló faktora a tanulásra nézve a kortizol (pl: de Kloet, Oitzl és Joels, 1999; Lupien és McEwen, 1997). A kortizol, vagy formálisan hydrokortizon egy szteroid hormon. A szakirodalomban sokszor csak stressz hormonnak nevezik, mivel szekréciójának egyik legfőbb kiváltója a stressz (De Kloet, Oitzl és Joels, 1999). A stresszhormon elnevezést többek között azért nyerte el, mert a testben számos stresszhez köthető változásért felel (Payne és Nadel, 2004). Sok kutatásban a kortizolszint emelkedését és a stresszválaszt egymás helyettesítőiként használják.

A kutatások azonban a kortizol hatásával kapcsolatban sem egyértelműek: Schwabe, Borhinger, Chatterjee és Schachinger (2008) kutatásukban azt találták, hogy a tanulás alatti stressz kortizol emelkedéstől függetlenül fokozza a memória teljesítményét, negatív szavak esetén azonban ez a hatás a kortizol jelenlététől függött. Ez utóbbi kutatás, valamint Elzinga, Bakker és Bremner (2005) kiemelik, hogy a tanulandó szavak valenciája is befolyásolja a tanulás előtti stressz teljesítményre gyakorolt hatását.

Stressz hatása a memória konszolidációjára

Annak ellenére, hogy a memória konszolidációjával foglalkozó állatkísérletek sok egymásnak ellentmondó eredményt szolgáltatottak (Sandi és Pinelo-Nava, 2007), az embereken végzett vizsgálatok egységes irányba mutatnak (Roozendaal, 2002). Az mára egy jól megalapozott kijelentés, hogy a stressz és a kortizol segíti az emlékek konszolidációját és az új információ tárolását (McGaugh, Cahill és Roozendaal, 1996; McGaugh és Roozendaal, 2002).

Roozendaal és McGaugh (1996) kísérletükben azt találták, hogy a kortizol befecskendezése közvetlenül a tanulási fázis után javítja az előhíváskori teljesítményt, de néhány órával később már nincs hatással a memória teljesítményére. A szerzők ebből arra a következtetésre jutottak, hogy a kortizol befecskendezése a konszolidáción keresztül növeli a memória teljesítményét (Cahill és McGaugh, 1991).

Stressz hatása az előhívásra

Állatkísérletek sora hozott bizonyítékokat amellett, hogy az előhíváskor jelenlévő stressz negatív hatással van a teljesítményre (pl.: Diamond, Fleshner, Ingersoll és Rose, 1996; Sandi, Woodson és Haynes 2005), s bár ezt erősítették meg a kortizollal operáló farmakológiai vizsgálatok is, a jól használható és értelmezhető embereken végzett vizsgálatok pszichoszociális stressz hatásával kapcsolatban sokáig hiányoztak. A mesterséges kortizol növekedés okozta csökkent teljesítményre azonban számos kutatás hozott bizonyítékokat (de Quervain, Roozendaal, Nitsch, McGaugh és Hock, 2000; Wolf, Schommer, Hellhammer, McEwen és Kirschbaum, 2001). Payne, Nadel, Allen, Thomas és Jacobs (2002) vizsgálatukban például azt találták, hogy a mesterségesen előidézt stressz növeli a hamis felismerést és a hamis memóriák beépülését.

Néhány korai vizsgálatban nem sikerült kimutatni a stressz szignifikáns hatását az előhívásra, bár itt elmondható, hogy mivel az előhívás és a kódolás között

nem telt el elég idő, a stressz konszolidációra gyakorolt pozitív hatása ellensúlyozhatta negatív hatásokat az előhíváskor (Lupien és McEwen, 1997). Más vizsgálatokban pedig egyszerűen nem találtak szignifikáns különbséget a stresszes és a nem stresszes feltétel között (pl.: Wolf, Schommer, Hellhammer, Reischies és Kirschbaum, 2002).

Kuhlmann, Piel és Wolf (2005) vizsgálata volt az első, ahol csökkent előhívás teljesítményt sikerült kimutatni pszichoszociális stressz hatására. A tanulási fázis során semleges, negatív vagy pozitív szavakat kellett tanulni, majd a kísérleti személyek vagy sztenderdizált pszichoszociális stresszhelyzetbe (Trier Társas Stressz Teszt), vagy kontrollhelyzetbe kerültek. Mindkét kísérleti helyzetben 24 órával a tanulási fázis után történt az előhívás. A stresszor szignifikáns kortizol növekedést és hangulat csökkentést okozott. A szabad előhívás során a stresszes feltételben szignifikánsan csökkent az előhívott szavak száma. A különbség a pozitív és negatív szavak hatásának volt köszönhető. Az eredeti kísérlet óta több kísérleti csoportnak sikerült hasonló eredményeket produkálni a stressz előhívási teljesítményre gyakorolt hatására vonatkozólag (Buchanan, Tranel és Adolphs 2006).

Buchanan és Tranel (2008) vizsgálatában 40 kísérleti személynek mutattak semleges és érzelmileg izgató képeket. 24 órával később az előhívás alkalmával a kísérleti személyeknek stresszkeltő vagy kontroll feladatok után kellett előhívniuk az ábrákat. Azok a résztvevők a stresszes csoportban, akik kortizol választ adtak rosszabbul hívták elő emlékeiket mind semleges, mind izgató képek esetén; azoknál azonban, akiknél nem volt kortizol válasz, növekedett az előhívási teljesítmény a kellemetlen képek esetén a kontroll csoporthoz képest. Az eredmények tehát amellett, hogy bizonyítékokat szolgáltatnak kortizol indukálta memória előhívási deficit elmélet mellett, valamint azt az elképzelést is alátámasztják, hogy adott körülmények között a stressz növelheti is a teljesítményt.

Összefoglalóan tehát elmondható, hogy a stressz számos módon befolyásolja a memória működését, rövid és hosszútávon egyaránt. Annak ellenére, hogy növekvő számú kutatás foglalkozik a kérdéssel, az embereken végzett kutatások továbbra is hiányosak. Jelentősége ellenére mostanáig egy kutatás sem vizsgálta, hogy a kezdeti nyugalmi tanulási helyzet különböző feltételei, hogyan befolyásolják a későbbi stresszes helyzetben való előhívást.

Módszertan

Jelen kutatás arra lett tervezve, hogy meghatározza, milyen típusú tanulás mellett maximalizálható a tanult információ előhívása, ha a tanulás nyugodt, míg az előhívás stresszes helyzetben történik. Kutatási kérdésem tehát az, hogy a fenti esetben egyszerű újratanulás, vagy a teszteléssel való tanulás a hatékonyabb?

Résztvevők

Kutatásomban 21 egészséges személy (10 férfi és 11 nő) vett részt. Egy személyt ki kellett zárni a vizsgálatból, mert beszámolója szerint a tanulási és az előhívási fázis között otthon gyakorolta a szavakat; eredménye is több mint 3 szórásnnyira volt a többiek átlagától. A továbbiakban az elemzés a maradék 20 főre korlátozódik. A kísérleti személyek átlagéletkora 21.9 év volt 2.69 év szórással. A résztvevőket megkérdeztem, számos pszichológiai stresszt befolyásoló faktorról mint a dohányzás, alkohol fogyasztás, testsúly, állandó betegség, gyógyszer használat, valamint a női résztvevőket fogamzásgátló használatáról (Koessler, Engler, Riether és Kissler, 2009; Loewenfeld, 1993, id. Meer és társai, 2010). A résztvevők átlagos testtömege 65.8 kg, 25%-a dohányzik, 60%-a fogyaszt alkoholt, senki sem szenved állandó betegségben, valamint nem szed állandó jelleggel sem gyógyszert sem fogamzásgátlót. A kísérleti személyeket megkértem, hogy egy órával a kísérlet megkezdése előtt ne igyanak koffein tartalmú italokat és ne dohányozzanak.

A helyi etikai bizottság engedélyezte a vizsgálatot. A kísérleti személyek írásbeli beleegyezésüket adták a kísérlethez. Közvetlenül a kísérlet befejezése után a résztvevők részletesen fel lettek világosítva a vizsgálat céljáról.

Az alkalmazott vegyes kísérleti designunk csoportok közti részében a résztvevők random módon kerültek a stressz vagy a kontroll csoport valamelyikébe. A stressz és a kontroll csoport nem különbözött betegség, gyógyszer vagy fogamzásgátló használat tekintetében. A kontroll csoportban heti átlagosan 1.55-ször fogyasztottak alkoholt, az átlagos tömeg 70.3 kg volt, azt átlag életkor 22.10 év, a nemek aránya pedig egyenlő volt (5:5). A stresszes csoportban heti átlagosan 0.5-ször fogyasztottak alkoholt, az átlagos testtömeg 61.3 kg volt, az átlag életkor 21.7 év, a nemek aránya pedig 6:4 a volt lányok javára.

1. Szövegdoboz. Az eljárás vázlatos összefoglalója.

Az eljárás vázlatos összefoglalója.

1. nap

- Beleegyező nyilatkozat
- PANAS majd Szubjektív stressz mérés
- Általános demográfiai kérdőív kitöltése
- Tanulási fázis

8. nap

- PANAS majd Szubjektív stressz mérés
- A résztvevők fele random módon a stressz vagy a kontroll helyzetbe kerül.

Stresszes feltétel (TSST)	Kontroll feltétel
Szabad beszéd és matematikai feladat egy bizottság előtt.	A stresszes feltétellel megegyező feladatok írott formában bizottság nélkül.

- Tesztelés
- PANAS majd Szubjektív stressz mérés
- Debriefing

2. Szövegdoboz. A kísérleti design rövid leírása.

A kísérleti design rövid leírása

Tanulási feltétel (Within subject desing)

Újratanulás feltételben tanult szavak (15)
Újratesztelés feltételben tanult szavak (15)

Minden kísérleti személy 30 szuahéli-magyar szópárt tanult meg. Ennek felét újratanulással random sorrendben, másik felét pedig újra teszteléssel random sorrendben. A szavak személyenként random módon kerültek az újratanulás vagy az újratesztelés feltételbe. Az újratanulás és újratesztelés sorrendje is ki volt egyenlítve.

Tesztelés (Between subject design)

Stresszes feltételben tesztelt szavak (30)	Kontroll feltételben tesztelt szavak (30)
15 újratanulással tanult.	15 újratanulással tanult.
15 pedig újrateszteléssel.	15 pedig újrateszteléssel.

A kísérleti személyek fele random módon a stresszes, a másik fele a kontroll helyzetbe került. Mindkét csoport tagjainak ugyanazt a 30 szót kellett előhívniuk – 15-öt az újratanulással, és 15-öt az újrateszteléssel tanult szavak közül.

Eljárás

A kísérlet egy csendes és mesterséges módon mérsékelt megvilágított szobában zajlott. A kontroll és a stresszes csoport esetében is egy személy vezette a kísérletet, akihez a stresszes eljárás esetében további két személy ("stressz indukciós bizottsági tag") csatlakozott a tesztelési fázis megfelelő szakaszában.

Eszközök

Tanult és tesztelt szavak

Egy pilot kísérlet során a résztvevőknek a Nelson és Dunlosky (1994) által használt szuahéli szólistából kellett 100 szót megtanulniuk, majd egy héttel később felidézni. Az eredmények alapján azokat a szavakat használtuk kísérlet során, amelyeknek a pilot felidézés során legnagyobb volt a szóródásuk. Erre azért volt szükség, hogy ne legyenek mindenki és senki által felidézett szópárok.

Stressz mérése

A kísérleti alkalmak elején és a stresszkeltő szituáció után a kísérleti személyek aktuális hangulatának felméréseként a Pozitív és Negatív Affektivitás Skálát (PANAS) töltötték ki. Ezután azt kértem tőlük, hogy egy 100 fokú skálán skálán (ahol a 0 - egyáltalán nem vagyok stresszes, és a 100 – óriási stresszt éltek át) jelöljék be, hogy a egyes kísérleti helyzeteket hogyan élték meg. Ezeket használtam később mint a stressz szubjektív mutatója.

Hangulat mérése

A kísérleti személyek általános hangulatának felmérésére a PANAS-t (Positive and Negative Affect Schedule) használtam (7. Függelék, Watson, Clark és Tellegen, 1988). A kérdőív összesen 3 alkalommal került felvételre: a két kísérleti alkalom elején, és közvetlenül a stresszkeltő szituáció után. A 21 ítemes Pozitív és Negatív Affektivitás Skála két alskálából áll: értelem szerűen egyik a pozitív, a másik pedig a negatív hangulat mértékét méri. A kitöltőknek mindegyik itemre vonatkozóan egy 5 pontos skálán kell bejelölniük (ahol 1- egyáltalán nem és 5 - nagyon), hogy mennyire érzik aktuálisan azt magukra igaznak.

A skálát azonban nem csak pillanatnyi, hanem a napi, heti, havi előző évi és az általános affektivitás mérőeszközeként is használják. A Cronbach alfa értéke pozitív itemekre .86 és .90, negatív itemekre pedig .84 és .87 között változik a különböző időperiódusokra vonatkozólag (Watson, Clar és Tellegen, 1988). Kérdőív valid mérőeszköze az általános distressznek, depresszióknak és szorongásnak.

Tanulás

A kísérleti személyek a laboratóriumba érkezve kitöltötték a beleegező nyilatkozatot majd az összeállított kérdőív csomagot, amely a PANAS-ból és a stressz-szint szubjektív megválaszolásából állt, ezután pedig megválaszoltak néhány a pszichológiai stresszt befolyásoló faktorra vonatkozó kérdést.

Ezt követően a résztvevőknek 30 szuahéli-magyar szópárt kellett megtanulniuk. Ezeket 5 másodperc erejéig látták egyszer, 500 ms hosszú interstimulus intervallummal. A szavak felét ezután az újratanulás, másik felét pedig újratesztelés csoportba osztottuk random módon. A szavak sorrendje kísérleti személyenként szintén random módon változott.

Az újratanulás csoportban a szavakat 5 másodperc erejéig újratanulhatták. Az újratesztelés csoportba sorolt szavak esetében arra instruáltuk a kísérleti személyeket, hogy a megjelenő szuahéli szó (hívóinger) szópárbeli magyar tagját (célinger) hívják elő. Az előhívott szót nem csak felidézni, hanem legépelni is le kellett. Ebben a feltételben a hívóingerek egyenként 8 másodpercig – hasonlóan Karpicke és Roediger (2008) kísérletéhez - jelentek meg a képernyőn. A kísérleti személynek ez idő alatt kellett előhívni a szópair másik tagját.

A 15 újratesztelés kategóriába tartozó szót egy blokkban, a 15 újratanulás kategóriába tartozó szót egy másik blokkban mutattuk be. A két blokk után következett egy visszajelző blokk mind a 30 szóval (1500 ms/ szópair). A három blokkon belül a szavak, ezen felül a retest és a restudy blokkok sorrendje is random módon változott. Minden esetben a feedback blokk volt az utolsó.

A kísérletnek ezen szakasza, tehát a szópair tesztelése/újratanulása és a feedback blokk bemutatása közvetlenül egymás után háromszor játszódtott le. Az egyes szópairok a további ismétlések esetén is az eredetileg beosztott feltételeknek megfelelően (újratanulás vagy újratesztelés) lettek újra bemutatva.

A tanulási fázis végén a résztvevők által használt program látszólag lefagyott. Ezután a kísérletvezető azt közölte velük, hogy sajnos az adott alkalommal tanult anyag tesztelés elmarad, de ettől függetlenül a korábban kapott adatok nem vesztek el és jól felhasználhatóak, valamint egy héttel később a megbeszélt időpontban újra várja őket, de ezúttal már más típusú feladatokkal. A félrevezető információra azért volt szükség, hogy a kísérleti személyek a két kísérleti ülés között ne gyakorolják a megtanult anyagot. A tanuláshoz és teszteléshez használt program Presentation-ben lett leprogramozva.

Tesztelés

A tesztelés minden esetben 7 nappal a tanulás után történt. A résztvevők laboratóriumba való érkezésük után kitöltötték az összeállított pszichológiai állapotfelmérő kérdőív csomagot, amely PANAS-ból valamint a stressz-szint szubjektív megválaszolásából állt.

Ezt követően a kísérleti személyeket vagy a stresszes, vagy a kontroll csoportba osztottam. A kísérleti feltételnek megfelelően vagy a kontroll feladatokat oldották meg, vagy a TSST (Trier Social Stress Test; Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993) feladatait. Ez utóbbi hatékonyan indukál pszichoszociális stresszt, (Dickerson & Kemeny, 2004; Kirschbaum et al., 1993) amely a kortizolszint emelkedéshez vezet a hypothalamus-agyalapi mirigy–mellékvese tengelyen (HPA) keresztül (Mason, 1986). Laboratóriumi pszichoszociális stresszkeltésre a TSST az egyik legelterjedtebb módszer.

A stresszes feltételbe kerülőknek TSST-t követve először egy állásinterjún kellett beszédet mondaniuk (8. Függelék). A kísérlet ezen fázisában csatlakozott két vizsgabizottsági tag is, akik mint kiképzett kutatók lettek bemutatva a kísérleti személyeknek. A résztvevők arról lettek informálva, hogy a kutatók feladata, hogy előadásukat elemezzék és különböző szempontok alapján értékeljék. Az eljárás kezdetén a vizsgáló bizottság tagjai be is mutatkoztak a kísérleti személyeknek. A laborban a résztvevőknek ezután 3 percük volt felkészülniük az állásinterjúra, ahol személyes erősségeiket és gyengeségeiket kellett bemutatni. A felkészülési idő után jegyzeteik rögtönzött módon elvételre kerültek, és spontán módon kellett előadniuk szónoklatukat. A beszéd minden esetben 5 percig tartott. Abban az esetben ha a személy nem tudott folyamatosan 5 percig beszélni, a kimaradt időszakokban senki nem szólalt meg, hanem csöndben várták az 5 perc leteltét.

Ezt követően a résztvevőknek egy közepesen nehéz matematikai feladatot kellett megoldaniuk; 1687-ből kellett kivonniuk 5 percen keresztül 13-at hangosan, megállás nélkül, olyan gyorsan és pontosan, ahogy csak erre képesek voltak. Ha hibát követtek el, előről kellett kezdeniük a procedúrát. Mind a beszéd mind a matematikai feladat alatt a kísérleti személyek mikrofonba kellett, hogy beszéljenek, és úgy tudták, hogy videó- és hangfelvétel készül róluk későbbi elemzés céljából. Mindeközben a vizsgabizottsági tagok folyamatosan bennt tartózkodtak a laborban.

A kontroll feltételben a feladatok a TSST során alkalmazottakhoz igen hasonlóak voltak, közel azonos kognitív erőfeszítést igényeltek, azonban a stresszt

előidéző faktorok hiányoztak belőlük. Itt az interjú helyett egy ajánlást kellett írniuk elképzelve azt, hogy egy új pozícióra jelentkeznek. A kísérleti személyeknek szintén 3 percük volt a felkészülésre és 5 percük az ajánlás megírására. Ezután a matematikai feladatban 1687-ből 5 percen keresztül ki kellett vonniuk minnél gyorsabban 13-akat úgy, hogy az eredményeket a egy lapra írták le, és minden 5. szám után összehasonlíthatták a leírtakat a helyes eredményekkel. Hiba esetén korrigálhatták azokat.

A második feladat megoldása után - kb. 20 perccel a stresszor megjelenését (a legmagasabb kortizol szint idején – Kuhlman, Piel, Wolf 2005) követően történt az emlékezeti előhívás. Mind a stresszes, mind a kontroll feltételben 30 (előhívás, újratanulás feltételenként 15-15) szópár szuahéli tagjához kellett megadni a szópár hiányzó magyar tagját. A kísérleti személyeknek 15 másodpercük volt a szavak előhívására és begépelésére. A résztvevők végső tesztelése ugyanazon a számítógépen történt, amelyiken a tanulás egy héttel korábban.

Az előhívási feladat befejezése után a résztvevők újra kitöltötték a pszichológiai állapotfelmérő csomagot (PANAS, szubjektív stressz mérés). Az ekkor kitöltött PANAS az elmúlt 15 percben átélt élményekre vonatkozott. A szubjektív stressz szint estében szintén rákérteztem az elmúlt 15 percben átélt élményekre, valamint az aktuálisan érzett stressz szintjére. A kísérlet végén a résztvevők részletesen fel lettek világosítva a kísérlet valódi céljáról.

Hipotézisek

1. A tesztelési hatás következményeként a kontroll csoportban a kísérleti személyek több szót hívnak elő az előhívással (teszteléssel) tanult szavak közül a sima újratanulással tanult szavakhoz képest. Ez egyenesen következik a tesztelési hatás szakirodalmából (lsd. pl. Roediger és Karpicke, 2006).

2. Kontroll helyzetben a kísérleti személyek több szót képesek felidézni, mint stresszhelyzetben. Ezen hipotézisemet a szakirodalom azon eredményeire alapozom, mely szerint a pszichológiai stressz rontja az előhívást (Kuhlmann, Piel és Wolf, 2005; Schwabe, Romer, Richter, Bilak és Schanchinger, 2009).

Itt fontos azonban megjegyezni, hogy a stressz mértéke egyes esetekben facilitálhatja, más esetekben pedig gátolhatja az előhívást (Jelicic, Geraerts, Merckelbac, és Guerrieri, 2004). Itt akár egy fordított U alakú eredmény is

elképzelhető, hiszen az alacsony fokú stressz talán aktivizálja a szervezet erőforrásait az előhívásra, míg a magasabb fokú stressz már gátlást okoz (Joels, Pu, Wiegert, Oitzl, és Krugers, 2006).

3. Jelenleg a tesztelési hatás és transzfer témájában folyó kutatások (Johnson és Mayer, 2009; McDaniel, Howard és Einstein, 2009) eredménye képpen kibontakozni látszik az a tendencia, hogy az ismételt előhívás az egyszerű újratanuláshoz képest hatékonyabb transzfert eredményez.

Azonban, ahogy az irodalmi bevezetőben szó volt róla, egy adott típusú transzfer- vizsgálaton elért eredmények nehezen általánosíthatók egy másik típusú transzferre, így ezzel a kérdéssel kapcsolatosan kutatásom inkább feltáró jellegű, és arra kíváncsi, hogy nyugodt helyzetben való tanulás és stresszes helyzetben való előhívás (tehát belső kontextusváltás) esetén is hatékony mnemotechnikai eljárás-e a teszteléssel való tanulás.

Eredmények

Leíró statisztikák

A továbbiakban az újratanulás feltétel helyett a *restudy*, az újratesztelés feltétel helyett pedig a *retest* rövidítéseket alkalmazom.

A résztvevők (N=20) átlagosan összesen 9.60 szót hívtak elő 3.71 szórással; a retest feltételben átlagosan 5.65-et (40%), míg a restudyban 3.95-öt (27%). A szubjektív stressz átlagos mértéke az eljárás előtt 21.15, közben 50.95, utána pedig 19.30 volt. A manipuláció előtt felvett PANAS teszt pozitív és negatív skálán vett átlagos értéke 30.25 és 14.40 volt. Ugyanez az érték a kísérlet manipuláció alatti időszakra vonatkozólag 28.05 és 19.10 volt (lsd. 1. Függelék.).

A kontroll csoportban (N=10) átlagosan összesen 9 szót hívtak elő 3.77 szórással. A retest feltételben átlagosan 6.30-at (47%), míg a restudyban 2.7-et (19%). A szubjektív stressz átlagos mértéke az eljárás előtt 18.30, közben 37.00, utána pedig 16.30 volt. A manipuláció előtt felvett PANAS teszt pozitív és negatív skálán vett átlagos értéke 27.50 és 14.10 volt. Ugyanez az érték a kísérleti manipuláció alatti időszakra vonatkozólag 27.70 és 15.60 volt (lsd. 2. Függelék.).

A stresszes csoportban (N=10) a résztvevők átlagosan összesen 10.20 szót hívtak elő 3.74 szórással. A retest feltételben átlagosan 5.00-et (33%), míg a restudyban 5.2-öt (35%). A szubjektív stressz átlagos mértéke az eljárás előtt 24.00, közben 64.90,

utána pedig 22.30 volt. A manipuláció előtt felvett PANAS teszt pozitív és negatív skálán vett átlagos értéke 33.00 és 14.70 volt. Ugyanez az érték a kísérlet manipuláció alatti időszakra vonatkozólag 28.40 és 22.60 volt (lsd. 3. Függelék.).

Összehasonlító statisztika

A Shapiro Wilk teszt tanulsága szerint a vizsgálni kívánt változók nagyobb része normális eloszlású, így az alkalmazott tesztek elvégezhetőek. Ezalól kivételt a manipuláció előttre vonatkozó negatív skálán vett PANAS értékek jelentenek mind a kontroll ($p=0.01$, $df=10$) mind a stresszes ($p=0.02$, $df=10$) esetben. A futtatott Levene tesztek tanulsága szerint a kontroll és a stresszes csoportok közötti szórások megegyeznek a vizsgált változók esetében. A kísérlet során 2 kísérleti személy esetében programhiba miatt a megtanult szavak 50%-a lett csak kikérdezve, így további elemzésem során a megtanult és az előhívott szavak százalékos arányával, és nem abszolút értékével számolok.

A kísérleti manipuláció tesztelése

A kísérleti manipuláció hatásosságának tesztelésére párosmintás t-próbát illetve szükséges esetben nem-parametrikus párjait alkalmaztam az egyes kísérleti helyzeteken belül. A *kontroll csoportban* nem találtam szignifikáns különbséget a kísérleti személyek válaszaiban sem a PANAS pozitív, sem a negatív skálájára vonatkozólag, csupán a kísérlet előtti állapothoz viszonyítva növekedett meg tendencia szerűen a résztvevők észlelt szubjektív stressz szintje a kísérleti manipuláció alatt ($p=0.06$, $df=9$, $t=-2.175$) (lsd. 5. Függelék).

A *stresszes csoportban* azonban szignifikáns különbség volt a szubjektív stresszre vonatkozólag a manipuláció előtti és alatti ($p=0.001$, $df=9$, $t=-8.339$) szint között, valamint a PANAS szint negatív ($p=0.005$, $Z=-2.805$) és pozitív ($p=0.02$, $df=9$, $t=2.715$) skáláján is szignifikáns eltérés mutatkozott a kísérlet előtti és alatti stressz szint különbségében (lsd. 6. Függelék).

A *kontroll és a stresszes csoport* összehasonlítására független mintás t-próbákat futtattam. A manipuláció alatti stressz szintre vonatkozólag a stresszes csoport szubjektív stressz szintje ($p=0.001$, $df=18$, $t=-3.31$), stressz szintjének változása ($p=0.04$, $df=18$, $t=-2.24$) valamint a PANAS negatív skáláján elért pontszáma szignifikánsan magasabb volt a kontroll csoportténál ($p=0.04$, $df=9$, $t=-2.409$). Ezen felül szignifikáns különbséget találtam ($p=0.03$, $df=18$, $t=-2.29$) a PANAS pozitív

skáláján a manipuláció előtti szintre vonatkozólag a stresszes csoport javára, a manipuláció alatt azonban ez a különbség eltűnt. A többi változóban nem találtam szignifikáns különbséget (ld. 4. Függelék).

Az elemzés folytatásában 2 új változót hoztam létre annak ellenőrzésére, hogy az egyes stresszmérő eszközök hasonló eredményere vezetnek-e: az egyiket a negatív PANAS skála manipuláció közbeni és előtti értékének különségéből, a másikat pedig a szubjektív stressz manipuláció közbeni és előtti értékének különségéből számoltam. Ezen új változók a manipuláció hatását fejezik ki a személyek belső állapotváltozására vonatkozóan. A két érték között szignifikáns korrelációt találtam ($r=0.661$, $p=0.001$).

2. Ábra. A stressz szint változása a kísérlet alatt kísérleti feltételenként



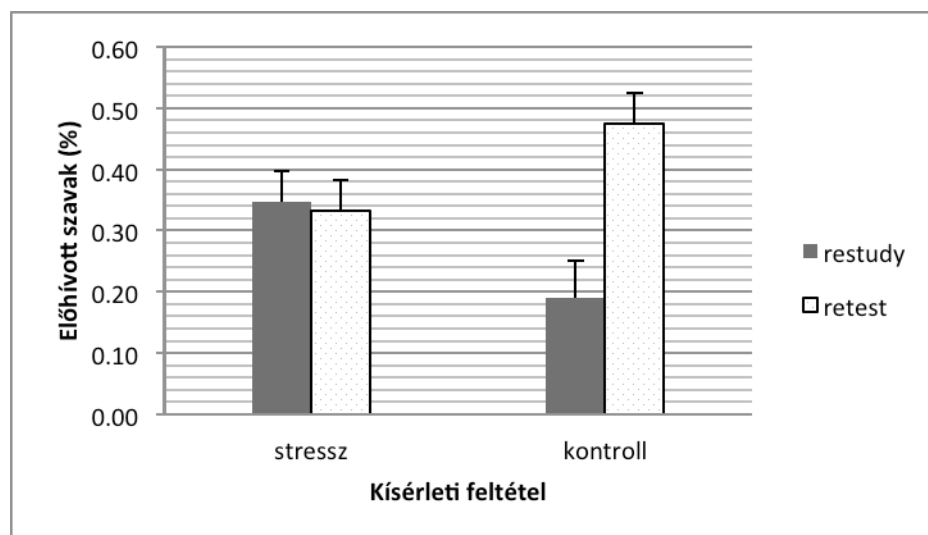
A szavak előhívásának változása

Párosmintás t-próbát futtattam annak eldöntésére, hogy a retest és restudy csoportba tartozó szavak előhívása között van-e különbség az egész mintára nézve. Eredményeim szerint a teszteléssel tanult restest szavak közül szignifikánsan több szót hívtak elő a kísérleti személyek mint a restudy szavak közül ($p=0.03$, $df=19$, $t=2.432$). (A retest szavak 40%-át, a restudy szavak 27%-át hívták elő a résztvevők). Az adatok elemzése során kiderült, hogy a nők szignifikánsan ($p=0.001$, $df=18$,

$t=4.241$) több szót hívtak elő mint a férfiak. Ez igaz mind a retest ($p=0.02$, $df=18$, $t=2.509$) mind a restudy ($p=0.01$, $df=18$, $t=2.675$) szavakra is.

A *kontroll és a stresszes csoport* összehasonlítására a fontosabb változók mentén függetlenmintás t-próbákat futtattam. Összességében nem volt szignifikáns különbség a két csoport teljesítménye között ($p=0.48$, $df=18$, $t=-0.715$). Az eredmények tanulsága szerint a restudy szavak esetében azonban szignifikáns különbséget találtam a két csoport teljesítményében ($p=0.04$, $df=18$, $t=-2.268$), a retest szavak esetében pedig tendencia szerű különbség mutatkozott ($p=0.07$, $df=18$, $t=1.916$) (lsd. 4. Függelék).

3. Ábra. Az előhívott szavak kísérleti feltételenként.



Párosmintás t-teszteket futtattam annak ellenőrzésére, hogy a stresszes és a kontroll csoportokon belül van-e szignifikáns különbség a retest és restudy szavak előhívása között. A *kontroll csoportban* szignifikáns különbség volt a retest és a restudy módszerrel tanult szavak előhívása között a retest javára ($p=0.001$, $df=9$, $t=4.215$). A *stresszes csoportban* ezzel szemben nem volt szignifikáns különbség a két feltétellel tanult szavak előhívásában. Ezen eredmények összhangban állnak a fenti független mintás t-próbák eredményeivel (lsd. 5. és 6. Függelék).

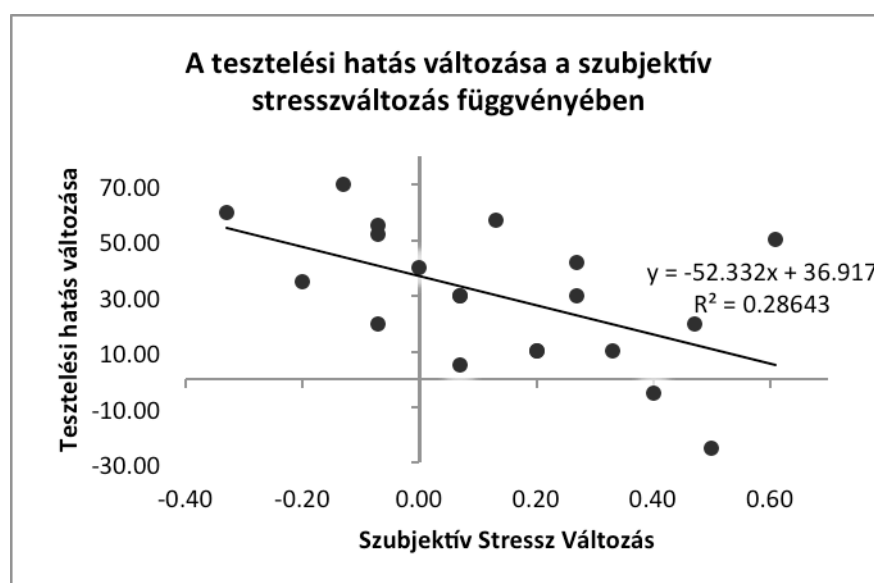
Az eredmények összetett elemzésére Repeated Measure ANOVA (General Linear Model) tesztet is futtattam, melynek eredményei korábbi elemzéseim erősítik. A csoporton belüli faktornak (retest vagy restudy módon tanult szavak) is volt

szignifikáns hatása ($p=0.01$, $df=1$, $F=8.975$), valamint a csoporton belüli és a csoportok közötti faktor (kontroll vagy stressz) interakciója szignifikáns volt ($p=0.01$, $df=1$, $F=10.828$). Az eredményeket jól szemlélteti a 3. Ábra.

Az eddigiek alapján bemutatott csoportszintű különbségek mellett egyéni szinten is kimutatható a manipuláció hatása az emlékezeti teljesítményre. A további elemzés során, a személyenként előhívott retest és restudy szavak különbségéből létrehozott új változó kapcsolatát vizsgáltam meg a személyenkénti, manipuláció alatti stressz változás mértékével. Az előhívott szavak különbsége a tesztelési hatás mértékének mérőfaktora, az utóbbi pedig az előidézett stressz változást fejezi ki. Eredményeim szerint a stresszváltozás (Pearson, $p=0.01$, $r=-0.535$) szignifikánsan korrelált negatív irányban a teszteléssel és tanulással előhívott szavak különbségével. Tehát minél nagyobb stresszváltozást élt át a személy a manipuláció következtében, annál kisebb volt a tesztelés előnye az egyszerű újratanulással szemben (ld. 4. Ábra).

Ezt erősítik azok az eredményeim is, melyek során a stresszváltozás kapcsolatát vizsgáltam a teszteléssel tanult szavak előhívásával. Az eredmények tanúsága szerint az előhívott szavak száma tendencia szerűen csökken a stressz szint növekedésével párhuzamosan ($p=0.06$, $r=-0.417$). Ezzel ellentétes módon azonban az újratanulással tanult szavak előhívása tendencia szerűen növekedni látszik a stresszváltozás mértékével párhuzamosan ($p=0.12$, $r=0.35$).

4. Ábra. A tesztelési hatás változása a szubjektív stresszváltozás függvényében.



Eredmények értelmezése

Összefoglalóan elmondható, hogy a kísérleti manipuláció sikeresen okozott pszichoszociális stresszt a kísérleti személyek körében. Míg a stresszes csoportban megemelkedett az észlelt stressz szintje és a hangulatot is jelentékeny módon befolyásolta a TSST, addig a kontroll csoportban nem volt szignifikáns különbség a manipuláció előtti és alatti időszakok között. Ezen felül az eredményekből az is látszik, hogy a stresszes csoport szubjektív stressz szintje szignifikánsan magasabb mint a kontroll csoporttá (lsd. 2. *Ábra.*).

Az eredmények alapján elmondható, hogy mind a csoporton belüli (tanulás típusa), mind a csoportok közötti (stresszes vs. kontroll) faktor meghatározóan befolyásolta csoportszinten az szavak előhívását. Míg a kontroll csoportban az újrateszteléssel tanult szavakat jobban hívták elő a kísérleti személyek, addig a stresszes csoportban nem volt különbség az újrateszteléssel és az újratanulással tanult szavak előhívásának szintje között. A stresszes és kontroll csoport közötti különbség abból származott, hogy az újratanulással tanult szavak közül többet, az újrateszteléssel tanult szavak közül pedig kevesebbet hívtak elő a kísérleti személyek stresszes helyzetben. Ezen felül úgy tűnik, hogy egyéni szinten is igaz a következő: míg a stressz szint emelkedésének hatására az egyszerű újratanulással tanult szavak előhívása javul, addig az újrateszteléssel tanult szavaké romlik. Ezen folyamatok következtében kísérletemben a tesztelési hatás mnemotechnikai előnye a stresszes manipuláció alatt eltűnt (lsd. 3. *Ábra.*).

Első hipotézisem sikerült bizonyítani: a kontroll csoportban a kísérleti személyek több szót hívnak elő az előhívással (teszteléssel) mint az újratanulással tanult szavak közül. Ez viszont koránt sem meglepő, hiszen a tesztelés pozitív hatását számos kísérletben bizonyították. (lsd. pl. Roediger és Karpicke, 2006).

Második hipotézisemet, mely szerint a kísérleti személyek több szót képesek felidézni kontroll, mint stresszes helyzetben, nem sikerült bizonyítanom. A kontroll és stresszes csoport által előhívott szavak számában összességében nem volt szignifikáns különbség.

Csak az újratanulással tanult szavakat vizsgálva azonban azt láthatjuk, hogy stresszes helyzetben az előhívott szavak száma magasabb mint kontroll helyzetben. Ez az eredményem tehát nem támogatja a szakoridalom azon részét, mely szerint a

pszichológiai stressz rontja az egyszerű tanulóssal tanult szavak előhívását (Kuhlmann, Piel és Wolf, 2005; Schwabe, Romer, Richter, Bilak és Schanchinger, 2009), -hiszen korábban csak sima újratanulós stressz kísérletek folytak-, másik részébe azonban beleillik (pl.: Roozendaal, 2000). A nagyobb mértékű előhívás egyik lehetséges magyarázata, hogy a már említett fordított U alakú görbe emelkedő szakaszán vagyunk, amely serkentő hatással van az emlékek felidézésére. Ennél meglepőbb eredmény, hogy a teszteléssel tanult szavak előhívására a stressz ellentétes módon hat mint az egyszerű újratanulással tanultakéra: a stresszes csoportban a kontroll csoporthoz viszonyítva alacsonyabb az előhívott szavak száma. Ezen eredménnyel később még részletesen is foglalkozom.

Legérdekesebb eredményem a harmadik hipotézisémmel kapcsolódik. Annak ellenére, hogy a korábbi kutatások alapján a tesztelési hatás hatékony mnemotechnikai eszköznek tűnt a transzfer fokozására, kutatásomban nem volt pozitív hatása. Ahogy korábban is kiemeltem, hogy a transzfer különböző típusai közötti eredmények nem általánosíthatóak. A korábbi eredmények fényében az a meglepő, hogy a tesztelt szavakon elért előhívási teljesítmény alacsonyabb, az újratanulással elsajátított szavakon elért teljesítmény pedig magasabb a stresszes csoportban. A kontroll csoporttal való összehasonlításban tehát a stressz újratanulással és újrateszteléssel tanult szavakra gyakorolt hatása ellentétes irányú: a tesztelt elemekre negatív, az újratanult elemekre pedig pozitív hatással bírt. Azt a szakirodalomban is láttuk, hogy a stressz mértéke egyes esetekben facilitálhatja, más esetekben pedig gátolhatja az előhívást, azonban jelen esetben a korábbi kutatásokhoz képest más folyamatról van szó. Itt adott mértékű stressz gyakorol különböző hatást a különböző módon elsajátított elemekre az előhíváskor, és nem a változó mértékű stressz okozza különböző hatást a szavak előhívásának során. Tehát a stressz szintje interakcióban áll a tanulás módjával az előhívásra vonatkozólag.

Az eredmények egyik lehetséges magyarázata, hogy a már többször emlegetett fordított U alakú görbe emelkedő szakaszára kerültek a kísérleti személyek, így a stressz hatására a végrehajtó funkciók jobban működtek. Az újratanulással tanult szavak előhívásához inkább stratégiai előhívási folyamatok szükségesek, mint az újrateszteléssel tanult szavakéhoz, mivel az újratesztelés által az asszociálódott szópárok az agyban stabilabb módon kapcsolódnak össze. Az újratanulással tanult szavak ennek következtében érzékenyebbek a különböző érzelmi és egyéb párhuzamos kognitív folyamatokra mint a teszteléssel tanultak, így egy alacsonyabb

fokú stressz képes fokozni az ilyen módon tanult szavak előhívását, az újrateszteléssel tanultakéra azonban kevésbé van hatással. Egy másik párhuzamos folyamat azonban erősebben érinti a teszteléssel tanult szavakat: a belső kontextusváltás következményeként (nyugodt tanulás – stresszes előhívás) az adott környezetben rögzített előhívási út nehezebben aktiválható teszteléssel tanult szavak esetében, hiszen itt egy adott típusú előhívási utat gyakoroltak a kísérleti személyek. Ennél a magyarázatnál azonban fontos megjegyezni, hogy csak a belső kontextusváltásról és a belső állapotok transzferjéről mond valamit, és bizonyításához mindenképp további vizsgálatok szükségesek.

Vizsgálatom egyik legerősebb korlátja a általam vizsgált minta alacsony elemszáma, így bár eredményeim statisztikailag szignifikánsak, előfordulhat, hogy az eredmények mintázata a véletlennek köszönhető. Eredményeimet gyengíti, hogy a kortizol szint vizsgálatára nem volt lehetőségem. Buchanan és Tranel (2008) kutatása amellet hoz példát, hogy kutatásukban azoknál a résztvevőknél a stresszes csoportban, akik kortizol választ adtak, romlott az előhívási teljesítmény. Azoknál a résztvevőknél azonban, akiknél annak ellenére, hogy szubjektív stresszről számoltak be, nem volt kortizol válasz, növekedett az előhívási teljesítmény a kontroll csoporthoz képest. A kutatásomban is előfordulhatott, hogy a kortizol szint nem járt együtt a szubjektív stressz szint emelkedéssel, és ezt a befolyásoló faktort nem kontrolláltam. Bár kevésbé jelentősnek tűnik, de befolyásolhatta az eredményt, hogy a stresszes és a kontroll csoport nem volt tökéletesen homogén az egyes demográfiai változók tekintetében. A tesztelési hatással szembeni általános kritika, hogy lehet, hogy az eredmény pusztán a két helyzet kongruenciája miatt van és nem azért, mert a tesztelés tényleg hatékonyabb.

Újszerű eredmény, hogy a tanulás módja a interakcióban áll a stressz szintjével. A vizsgálat folytatásában ezért fel szeretném venni nagyobb mintán is a kísérletet, hogy lássam: a kapott eredmények valósak, és nem pusztán kísérleti műtermék eredményei. Következő lépésként érdemes lenne megvizsgálni, hogy rövidtávú késleltetés esetében is működik-e a hatás; illetve azt, hogy milyen módon befolyásolja az eredményeket a kontextusváltás, illetve a kapott eredmények tényleg a kontextusváltás és nem esetleg valamilyen más hatás következményei. Kérdés, hogy mi történik, ha tanulás közben manipulálom a stressz szintjét és stressz közben vagy nyugalmi állapotban történik az előhívás. A későbbiekben tervezem vizsgálni, hogy a munkamemória terjedelembefolyásolja-e a stressz hatását a szavak előhívására.

A tesztelést a mindennapi élet és az oktatási rendszer számos pontján alkalmazzák, és jelenleg is óriási viták folynak arról, hogy a számonkérések számát az iskolákban növelni vagy csökkenteni kellene. Jelen kutatásnak nem volt célja ennek a kérdésnek az eldöntése, csupán a kép szélesítése annak a vizsgálata által, hogy a teszt alapú tanulás mennyire hatékony olyan helyzetekben, amikor az előhívás stresszes környezetben történik. Azt a szakirodalomból tudjuk, hogy normál környezetben a tesztelés indirekt és direkt módon is jótékony hatással van a tanulásra. Vizsgálati eredményeim is megerősítették a szakirodalom eme állítását, azonban érdekes módon azt találtam, hogy stresszes helyzetben a tesztelés általi tanulás előnye eltűnt a normál tanulással szemben. Mivel a két tanulási típussal tanult szavak előhívásának az aránya nem fordult meg, így semmiképpen sem lehet azt a következtést levonni, hogy a továbbiakban nem érdemes teszteléssel tanulni, hiszen a tesztelés eredményeim szerint is hatékony mnemotechnikai eszköz stresszmentes helyzetben, és összességében is. Az eredmény azonban, hogy stresszes helyzetben nem volt különbség a két különböző tanulási típus között további érdekes elméleti és gyakorlati kérdéseket vet fel, melyek mentén továbbmenve talán közelebb juthatunk emlékezetünk működési módjának megismeréséhez.

Irodalomjegyzék

- Adey, P., & Shayer, M. (1993). An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention program in the high school science curriculum. *Cognition and Instruction, 11*, 1–29.
- Ahern, S. K. (1978). *Activation and intelligence: Pupillometric correlates of individual differences in cognitive abilities*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Los Angeles.
- Barnett, S. M., & Koslowski, B. (2002). Adaptive expertise: effects of type of experience and the level of theoretical understanding it generates. *Thinking and Reasoning, 8*(4), 237–267.
- Barnett, S.M., & Ceci, S.J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin, 128*, 612–637.
- Begg, I., Armour, V., & Kerr, T. (1985). On believing what we remember. *Canadian Journal of Behavioral Science, 17*, 199–214.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist, 36*, 129–148.
- Buchanan, T. W., & Tranel, D. (2008). Stress and emotional memory retrieval: effects of sex and cortisol response. *Neurobiology of Learning and Memory, 89*, 134–141.
- Buchanan, T. W., Tranel, D., & Adolphs, R. (2006). Impaired memory retrieval correlates with individual differences in cortisol response but not autonomic response. *Learning and Memory, 13*, 382–387.
- Butler, A. C. (2010). Repeated testing produces superior transfer of learning relative to repeated studying. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 36*, 1118–1133.
- Butler, A.C., & Roediger, H. L., (2008). Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple-choice testing. *Memory and Cognition, 36*, 604–616.
- Cahill, L. (2006) Why sex matters for neuroscience?. *Nature Reviews Neuroscience, 7*, 477–484.
- Cahill, L., & McGaugh, J. L. (1991). NMDA-induced lesions of the amygdaloid complex block the retention enhancing effect of posttraining epinephrine.

Psychobiology, 19, 206–210.

Carpenter, S. K. (2009). Cue strength as a moderator of the testing effect: the benefits of elaborative retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 1563–1569.

Carpenter, S. K. (2012). Testing Enhances the Transfer of Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 279–283.

Carpenter, S. K., & Kelly, J. W. (2012). Tests enhance retention and transfer of spatial learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 19, 443–448.

Carpenter, S. K., Pashler, H., & Vul, E. (2006). What types of learning are enhanced by a cued recall test? *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 826–830.

Carpenter, S. K., Pashler, H., Wixted, J. T., & Vul, E. (2008). The effects of tests on learning and forgetting. *Memory and Cognition*, 36, 438–448.

Carpenter, S. K., Pashler, H., & Cepeda, N. J. (2009). Using tests to enhance 8th grade students' retention of U.S. history facts. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 760–771.

Chan, J. C. K. (2009). When does retrieval induce forgetting and when does it induce facilitation? Implications for retrieval inhibition, testing effect, and text processing. *Journal of Memory and Language*, 61, 153–170.

Chan, J. C. K. (2010). Long-term effects of testing on the recall of nontested materials. *Memory*, 18, 49–57.

Chan, J. C. K., McDermott, K. B., & Roediger, H. L., III (2006). Retrieval-induced facilitation: Initially nontested material can benefit from prior testing of related material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 533–571.

Ceci, S. J., & Williams, W. M. (1997). Schooling, intelligence, and income. *American Psychologist*, 52, 1051–1058.

Craik, F. I. M., & Watkins, M. J. (1973). The role of rehearsal in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 599–607.

Diamond, D. M. (2005). Cognitive, endocrine and mechanistic perspectives on non-linear relationships between arousal and brain function. *Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine*, 3, 1–7.

Diamond, D. M., Campbell, A. M., Park, C. R., Woodson, J. C., Conrad, C. D., Bachstetter, A. D., & Mervis R. F (2006). Influence of predator stress on the consolidation versus retrieval of long-term spatial memory and hippocampal spinogenesis. *Hippocampus*, 16(7), 571–576.

Diamond, D. M., Fleshner, M., Ingersoll, N., & Rose, G. M. (1996). Psychological stress impairs spatial working memory: relevance to electrophysiological studies of hippocampal function. *Behavioral Neuroscience*, 110(4), 661–672.

Domes, G., Heinrichs, M., Reichwald, U., & Hautzinger, M. (2002). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis reactivity to psychosocial stress and memory in middle-aged women. *Psychoneuroendocrinology*, 27, 843–853

de Kloet, E. R., Oitzl, M. S., & Joels, M. (1999). Stress and cognition: Are corticosteroids good or bad guys? *Trends in Neuroscience*, 22, 422—426.

de Quervain D. J., Roozendaal B., Nitsch, R. M., McGaugh, J. L., & Hock, C. (2000). Acute cortisone administration impairs retrieval of long-term declarative memory in humans. *Nature Neuroscience*, 3, 313–314.

Elzinga, B. M., Bakker, A., & Bremner, J. D. (2005). Stress-induced cortisol elevations are associated with impaired delayed, but not immediate recall. *Psychiatry Research*, 134, 211–223.

Gates, A. I. (1917). Recitation as a factor in memorizing. *Archives of Psychology*, 6, 1–104.

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306–355.

Glanzer, M., & Cunitz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351–360.

Goodwin, D. W. (1969). Alcohol and recall: State dependent effects in man. *Science*, 163, 1358.

Hasher, L., Goldstein, D., & Toppino, T. (1977). Frequency and the conference of referential validity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 107–112.

Joels, M., Pu, Z., Wiegert, O., Oitzl. M. S., & Krugers, H. J. (2006). Learning under stress: how does it work? *Trends in Cognitive Science*, 10, 152–158.

- Judd, C. H. (1908). The relation of special training to general intelligence. *Educational Review*, 36, 28–42.
- Kanak, N. J., & Neuner, S. D. (1970). Associative symmetry and item availability as a function of five methods of paired-associate acquisition. *Journal of Experimental Psychology*, 86, 288–295.
- Karpicke, J. D. and Roediger, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, 15, 966–968.
- Kudielka, B. M., & Kirschbaum, C., (2005). Sex differences in HPA axis responses to stress: a review. *Biological Psychology*, 69, 113–132.
- Kuhlmann, S., Piel, M., & Wolf, O.T., (2005). Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men. *Journal of Neuroscience*, 25, 2977-2982.
- Kulhavy, R.W., & Stock, W. A. (1989). Feedback in written instruction: the place of response certitude. *Educational Psycholgoey Review*, 1, 279–308.
- Lehman, D. R., Lempert, R. O., & Nisbett, R. E. (1988). The effects of graduate training on reasoning: Formal discipline and thinking about everyday-life events. *American Psychologist*, 43, 431–442.
- Lupien, S., & McEwen, B. S. (1997). The acute effects of corticosteroids on cognition: Integration of animal and human model studies. *Brain Research Reviews*, 24, 1–27.
- Marsh, E. J., Roediger, H. L., Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (2007). Memorial consequences of multiple-choice testing. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 194 – 199.
- McDaniel, M. A., Anderson, J. L., Derbish, M. H., & Morrisette, N. (2007). Testing the testing effect in the classroom. *European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 494–513.
- McDaniel M. A., Roediger H. L., & McDermott K. (2007). Generalizing test-enhanced learning from the laboratory to the classroom. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 200–206.
- McGaugh, J. L., Cahill, L., & Roozendaal, B. (1996). Involvement of the amygdala in memory storage: Interaction with other brain systems. *Proceedings of the National*

Academy of Sciences of the United States of America, 93, 13508–13514.

McGaugh, J. L., & Roozendaal, B. (2002). Role of adrenal stress hormones in forming lasting memories in the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 205–210.

Payne, J. D., & Nadel, L. (2004). Sleep, dreams, and memory consolidation: the role of the stress hormone cortisol. *Learning and Memory*, 11, 671–678.

Payne, J. D., Nadel, L., Allen, J. J., Thomas, K. G., & Jacobs, W. J. (2002). The effects of experimentally induced stress on false recognition. *Memory*, 10, 1–6.

Pecoraro, N., Gomez, F., La Fleur, S., Roy, M., & Dallman, M. F. (2005). Single, but not multiple pairings of sucrose and corticosterone enhance memory for sucrose drinking and amplify remote reward relativity effects. *Neurobiology of Learning and Memory*, 83(3), 188–195.

Pyc, M. A., & Rawson, K. A. (2009). Testing the retrieval effort hypothesis: does greater difficulty correctly recalling information lead to higher levels of memory? *Journal of Memory and Language*, 60, 437–447.

Remmers, H. H., & Remmers, E. M. (1926). The negative suggestion effect on true-false examination questions. *Journal of Educational Psychology*, 17, 52–56.

Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Science*, 15, 20–27.

Roediger, H. L., Karpicke, D. J. (2006) The Power of Testing Memory. *Perspectives on Psychological Science*, 1(3), 1-30.

Roediger, H.L., & Schmidt, S. R. (1980). Output interference in the recall of categorized and paired associate lists. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 6, 91–105.

Rohrer, D., Taylor, K., & Sholar, B. (2010). Tests enhance the transfer of learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 233–239.

Roozendaal, B., (2000). Glucocorticoids and the regulation of memory consolidation. *Psychoneuroendocrinology*, 25, 213-238.

Roozendaal, B., (2002). Stress and memory: opposing effects of glucocorticoids on

memory consolidation and memory retrieval. *Neurobiology of Learning and Memory*, 78, 578–579.

Roosendaal, B. (2003). Systems mediating acute glucocorticoid effects on memory consolidation and retrieval. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 27(8), 1213–1223.

Roosendaal, B., & McGaugh, J. L. (1996). Amygdala nuclei lesions differentially affect glucocorticoid-induced memory enhancement in an inhibitory avoidance task. *Neurobiology of Learning and Memory*, 65, 1–8.

Sandi, C., & Pinelo-Nava, M. T. (2007). Stress and memory: behavioral effects and neurobiological mechanisms. *Neural Plasticity*, ID 78970,

Sandi, C., Woodson, J. C., & Haynes, V. F. (2005). Acute stress-induced impairment of spatial memory is associated with decreased expression of neural cell adhesion molecule in the hippocampus and prefrontal cortex. *Biological Psychiatry*, 57(8), 856–864.

Schwabe, L., Bohringer, A., Chatterjee, M., & Schachinger, H. (2008). Effects of pre-learning stress on memory for neutral, positive and negative words: different roles of cortisol and autonomic arousal. *Neurobiology of Learning and Memory*, 90, 44–53.

Smeets, T., Giesbrecht, T., Jelicic, M., & Merckelbach, H. (2007). Context-dependent enhancement of declarative memory performance following acute psychosocial stress. *Biological Psychology*, 76, 116–123.

Spitzer, H. F. (1939). Studies in retention. *Journal of Educational Psychology*, 30, 641–656.

Steele, C.M. (1997). A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity

Teasdale, J. D., & Russell, M. L. (1983). Differential effects of induced mood on the recall of positive, negative and neutral words. *British Journal of Clinical Psychology*, 22, 163–172.

Tulving, E., & Arbuckle, T.Y. (1966). Input and output interference in short-term associative memory. *Journal of Experimental Psychology*, 72, 145–150.

VanderStoep, S. W., & Shaughnessy, J. J. (1997). Taking a course in research methods improves reasoning about real-life events. *Teaching of Psychology*, 24, 122–

Wolf, O.T., Schommer, N. C., Hellhammer, D. H., McEwen, B. S., & Kirschbaum, C. (2001). The relationship between stress induced cortisol levels and memory differs between men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 26, 711—720.

Wolf, O. T., Schommer, N. C., Hellhammer, D. H., Reischies FM, & Kirschbaum, C. (2002). Moderate psychosocial stress appears not to impair recall of words learned four weeks prior to stress exposure. *Stress*, 5, 59–64.

Szövegdobozok jegyzéke

1. Szövegdoboz. Az eljárás vázlatos összefoglalója.
2. Szövegdoboz. A kísérleti design rövid leírása.

Ábrák jegyzéke

1. Ábra. Stressz hatása a memóriára.
2. Ábra. A stressz szint változása a kísérlet alatt kísérleti feltételenként.
3. Ábra. Az előhívott szavak száma kísérleti feltételenként.
4. Ábra. A tesztelési hatás változása a szubjektív stresszváltozás függvényében.

Táblázatok jegyzéke

1. Táblázat. Leíró statisztika az összes résztvevőre.
2. Táblázat. Leíró statisztikák a kontroll csoportban.
3. Táblázat. Leíró statisztikák a stresszes csoportban.
4. Táblázat. Független mintás t-tesztek a kontroll és a stresszes csoport között.
5. Táblázat. Párosmintás t-tesztek a kontroll csoport változói között
6. Táblázat. Párosmintás t-tesztek a stresszes csoport változói között
7. Függelék. PANAS és szubjektív stressz mérés.
8. Függelék. Álláshirdetés.

Függelék

1. Táblázat. Leíró statisztikák az összes résztvevőre.

	Minimum	Maximum	Átlag	Std. Deviation
retest	2.00	10.00	5.65	2.30
restudy	0.00	9.00	3.95	2.63
retest (%-ban)	0.13	0.78	0.40	0.18
restudy (%-ban)	0.00	0.60	0.27	0.17
összesen előhívott	4.00	17.00	9.60	3.71
PANAS előtte Poz.	16.00	39.00	30.25	5.94
PANAS előtte Neg.	11.00	25.00	14.40	4.01
PANAS közben Poz.	20.00	38.00	28.05	5.28
PANAS közben Neg.	11.00	31.00	19.10	5.84
szubjektív stressz előtte	0.00	50.00	21.15	14.13
szubjektív stressz közben	20.00	80.00	50.95	21.25
szubjektív stressz utána	0.00	45.00	19.30	14.32

2. Táblázat. Leíró statisztikák a kontroll csoportban.

	Minimum	Maximum	Átlag	Std. Deviation
retest	3.00	10.00	6.30	2.26
restudy	0.00	7.00	2.70	2.26
retest (%-ban)	0.20	0.78	0.47	0.18
restudy (%-ban)	0.00	0.47	0.19	0.15
összesen előhívott	4.00	17.00	9.00	3.77
PANAS előtte Poz.	16.00	37.00	27.50	6.22
PANAS előtte Neg.	11.00	25.00	14.10	4.31
PANAS közben Poz	20.00	38.00	27.70	6.04
PANAS közben Neg	11.00	21.00	15.60	3.41
szubjektív stressz előtte	0.00	50.00	18.30	14.87
szubjektív stressz közben	20.00	65.00	37.00	17.98
szubjektív stressz utána	0.00	45.00	16.30	14.54

3. Táblázat. Leíró statisztikák a stresszes csoportban.

	Minimum	Maximum	Átlag	Std. Deviation
retest	2.00	9.00	5.00	2.26
restudy	1.00	9.00	5.20	2.44
retest (%-ban)	0.13	0.60	0.33	0.15
restudy (%-ban)	0.07	0.60	0.35	0.16
összesen előhívott	5.00	15.00	10.20	3.74
PANAS előtte Poz.	26.00	39.00	33.00	4.35
PANAS előtte Neg.	11.00	24.00	14.70	3.89
PANAS közben Poz.	21.00	36.00	28.40	4.70
PANAS közben Neg.	15.00	31.00	22.60	5.76
szubjektív stressz előtte	5.00	50.00	24.00	13.49
szubjektív stressz közben	40.00	80.00	64.90	14.07
szubjektív stressz utána	0.00	45.00	22.30	14.21

4. Táblázat. Független mintás t-tesztek a konroll és a stresszes csoport között.

	t	df	Szignifikancia szint
retest	1.285	18.00	0.22
restudy	-2.375	18.00	*0.03
retest (%-ban)	1.916	18.00	0.07
restudy (%-ban)	-2.268	18.00	*0.04
összesen előhívott	-0.715	18.00	0.48
PANAS előtte Poz.	-2.291	18.00	*0.03
PANAS előtte Neg.	-0.327	18.00	0.75
PANAS közben Poz.	-0.289	18.00	0.78
PANAS közben Neg.	-3.309	18.00	**0.00
szubjektív stressz előtte	-0.898	18.00	0.38
szubjektív stressz közben	-3.865	18.00	**0.00
szubjektív stressz utána	-0.933	18.00	0.36
szubjektív stressz változás	-2.243	18.00	*0.04

*p<0.05 szinten szignifikáns, **p<0.001 szinten szignifikáns,

5. Táblázat. Párosmintás t-tesztek a kontroll csoport változói között.

	t	df	Szignifikancia szint
retest (%) - restudy (%)	4.548	9.00	**0.00
retest - restudy	4.215	9.00	**0.00
szubjektív stressz előtte - szubjektív stressz közben	-2.175	9.00	0.06
PANAS előtte Poz. - PANAS közben Poz.	-0.151	9.00	0.88
PANAS előtte Neg. - PANAS közben Neg.	-0.981	9.00	0.35

*p<0.05 szinten szignifikáns, **p<0.001 szinten szignifikáns,

6. Táblázat. Párosmintás t-tesztek a stresszes csoport változói között.

	t	df	Szignifikancia szint
retest (%) - restudy (%)	-0.221	9.000	0.83
retest - restudy	-0.221	9.000	0.83
szubjektív stressz előtte - szubjektív stressz közben	-8.339	9.000	**0.00
PANAS előtte Poz. -PANAS közben Poz.	2.715	9.000	*0.02
PANAS előtte Neg. - PANAS közben Neg.	-5.667	9.000	**0.00

*p<0.05 szinten szignifikáns, **p<0.001 szinten szignifikáns,

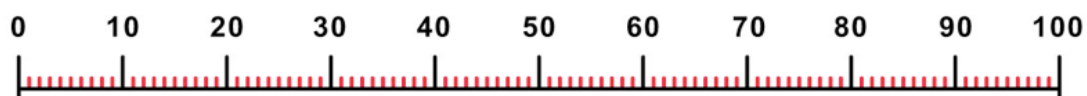
7. Függelék. PANAS és szubjektív stressz mérés.

Az alábbiakban felsorolt szavak különböző érzéseket és érzelmeket írnak le. Kérjük, olvasson el minden jellemzőt, majd jelölje be X-el azt a választ, amely leginkább kifejezi azt, hogy MOST mennyire érzi magát stresszesnek!

	egyáltalán nem, vagy csak alig	kicsit	mérsékelt	elég	nagyon
érdeklődő					
kiborult, magamon kívül vagyok					
izgatott, feldobott					
zaklatott, feldúlt					
erős					
bűntudatom van					
rémült					
ellenséges					
lelkes					
büszke					
ingerlékeny					
éber					
megszégyenült					
elhivatott					
ideges					
elszánt, határozott					
figyelmes					
feszült					
aktív, élénk					
dühös					
félénk					

Egy 0-100-as skálán mennyire MOST mennyire érzi magát stresszesnek?

(0 - egyáltalán nem vagyok stresszes, és 100 – óriási stresszt élek át)



8. Függelék. Álláshirdetés.

A T-online közép-európai marketing igazgatója mellé vezetői asszisztenst keres

aki a napi rutinfeladatok mellett megfelelő empátiával és lelkesedéssel tudja munkánkat segíteni.

Feladatok

- telefonok, emailek, faxok intézése (angolul is!),
- irodai adminisztrációs rendszerek működtetése
- vendégek fogadása, kiszolgálása, stb.

Asszisztencia

- szervezési tevékenységek.
- előadások előkészítése
- publikációs anyagok előkészítése, dokumentálása stb.

Elvárások

- Ha nem kérdés számodra a magas minőség, ha elég dinamikus és empatikus vagy, ha jól tudsz szöveget írni, ha lelkesedésből és nem muszájból végzed a munkádat, ha tudsz önállóan, pontosan dolgozni word ill. excel programokkal, ha a számlák kezeléséhez értesz, ha tudsz angolul (vagy/és németül) és érdekel az építészet keress meg bennünket, mert Rád van szükségünk.

Amit kínálunk

- Kellemes irodai környezet,
- jó légkör,
- kiszámítható munkavégzés,
- nemzetközi kommunikáció.

Munkavégzés helye

- Budapest