

Entwicklung und Implementierung von tools zur Erforschung von Stresserleben

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Würde
eines Doktors der Philosophie
vorgelegt der
Fakultät für Psychologie
der Universität Basel

von

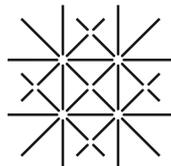
Marcel Delahaye

aus Aachen, Deutschland

Basel, 2015

Originaldokument gespeichert auf dem Dokumentenserver der Universität Basel

edoc.unibas.ch



UNI
BASEL

Genehmigt von der Fakultät für Psychologie

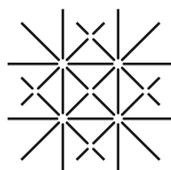
auf Antrag von

Herrn Prof. Dr. rer. nat. Rolf-Dieter Stieglitz

Herrn Prof Dr. med. Marc Graf

Basel, den _____

Dekanin Prof. Dr. Roselind Lieb



UNI
BASEL

Erklärung über die Selbständigkeit

Die zur Promotion eingereichten Zeitschriftenbeiträge wurden in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Co-Autoren angefertigt. Es handelt sich dabei um drei Originalarbeiten. Die Arbeiten wurden weder von den beteiligten Autoren noch von anderen Personen an anderer Stelle veröffentlicht. Es wurden nur die angegebenen Hilfsmittel verwendet. Folgende Publikationen wurden im Rahmen der vorliegenden kumulativen Dissertation bei Zeitschriften veröffentlicht. Kopien der Zeitschriftenbeiträge sind im Anhang I bis III angefügt:

Artikel 1

Delahaye, M., Lemoine, P., Maes, J., Cartwright, S., Beck, J., Deuring, G., Pflueger, M., Graf, M. & Hachtel, H. (2015). Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction.

Published online in: *BMC Psychology* 2015, 3:22. doi: 10.1186/s40359-015-0080-5.

(Abgerufen 15. Juni 2015)

Artikel 2

Delahaye, M., Stieglitz, R., Graf, M., Keppler, C., Maes, J. & Pflüger, M. (2015). Deutsche Übersetzung und Validierung des Stress Appraisal Measure (SAM). *Fortschritte der Neurologie Psychiatrie*, 83, 276-283. doi: 10.1055/s-0034-1399727.

Artikel 3

Engeli, L., Delahaye, M., Borgwardt, S., Gallinat, J., Muller, D., Walter, M., Lang, U. & Beck, J. (2014). Akt2 Gene is Associated with Anxiety and Neuroticism in Humans. Published online in: *Journal of Vascular Medicine & Surgery* 2:141. doi: 10.4172/2329-6925.1000141.

(Abgerufen 15. Juni 2015)

Basel, Juni 2015

Marcel Delahaye

Inhalt

Übersicht.....	3
Einleitung	4
1. Artikel: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction.....	7
Zusammenfassung.....	7
Einleitung	7
Theoretischer Hintergrund zur Studie	8
Methode	10
Ergebnisse und Diskussion	14
2. Artikel: Übersetzung und Validierung des SAM - „Stress Appraisal Measure“	16
Zusammenfassung.....	16
Einleitung	16
Theoretischer Hintergrund zur Studie	18
Methode	19
Ergebnisse und Diskussion	20
3. Artikel: Akt2 Gene is Associated with Anxiety and Neuroticism in Humans	24
Zusammenfassung.....	24
Theoretischer Hintergrund	24
Methode	24
Ergebnisse und Diskussion	25
Fazit aus allen drei Studien	26
Literatur	27

Übersicht

In dieser kumulativen Dissertation werden drei Artikel vorgestellt, die sich inhaltlich mit der Entstehung, der Messung und den Auswirkungen von Stress auf kognitive Prozesse befassen. Gemeinsamer Fokus liegt neben der genetischen Prädisposition, auf der subjektiven Wahrnehmung der Stressbelastung sowie auf der Erforschung der Auswirkungen von Stress. So wurden in der ersten Studie (Erstautor) neben der subjektiven Erhebung ein objektiver, physiologischer Parameter (Herzrate) zur Dokumentation von Stress in einer akuten Stresssituation erhoben und des Weiteren untersucht, wie sich Stress auf die kognitiven Prozesse Merkfähigkeit, räumliche Orientierung und kognitive Flexibilität auswirkt. Neu an der von mir gewählten Herangehensweise ist in dieser Studie der Einsatz von Virtueller Realität (VR) zur Stressinduktion und zur Messung der kognitiven Prozesse. In der zweiten Studie (Erstautor) wurde ein Fragebogen (SAM) zur Messung von subjektivem Stresserleben ins Deutsche übersetzt, validiert, und es fand aufgrund der Ergebnisse eine kritische Diskussion des prominenten Stressmodels von Lazarus und Folkman (1984) statt. Die dritte Studie (Co-Autor) befasste sich mit der genetischen Prädisposition für Stressfolgeerkrankungen. Es wurde untersucht, ob die Akt2 Single Nuclear Polymorphismen (SNPs) mit ängstlichen und depressiven Persönlichkeitseigenschaften in Zusammenhang stehen.

In meiner Promotion sollte neben der genetischen, psychophysiologischen und neuropsychologischen Bearbeitung der einzelnen Glieder der Stressreaktionskette eine innovative Methode, die VR, einfließen.

Einleitung

Zur Eingrenzung des Begriffs Stress orientiere ich mich an der Definition der Berufsverbände und Fachgesellschaften für Psychiatrie, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie, Psychosomatik, Nervenheilkunde und Neurologie aus Deutschland und der Schweiz, die sinngemäss der Beschreibung der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU OSHA) entspricht. Demnach empfindet eine Person Stress, „wenn ein Ungleichgewicht zwischen den an sie gestellten Anforderungen und den persönlichen Möglichkeiten und Ressourcen in der Umgebung entsteht, um diese Anforderungen zu bewältigen“.

Warum das Thema Stress? Die Relevanz von Untersuchungen zur Entstehung und Messung von Stress ist evident. Leistungs- und Termindruck nehmen in gesellschaftlichen und privaten Bereichen fortwährend zu und haben teure Gesundheitsstörungen zur Folge. Aus dem „Stressreport Deutschland 2012“ kann entnommen werden, dass 70 % von den Beschäftigten, die beschreiben, körperlich und emotional erschöpft zu sein, häufig unter Stress arbeiten und starkem Termin- und Leistungsdruck ausgesetzt sind. In der Gruppe, die sich weder körperlich noch emotional erschöpft fühlt, beschrieben nur 42 % der Beschäftigten ihre Arbeit als stressreich. Im Hinblick auf die Art der Stressoren zeigt eine Studie des Robert Koch Institutes von Kroll, Müters und Dragano (2011), dass Zeit- und Leistungsdruck die am häufigsten genannten Belastungsarten darstellen. Im „Stressreport Deutschland 2012“ wurde Multitasking noch vor Zeit- und Leistungsdruck als Stressfaktor Nummer eins genannt. Weitere Stressoren waren wiederkehrende Arbeitsvorgänge, Unterbrechungen bei der Arbeit und generell die Rahmenbedingungen der Arbeitszeiten. In der neuesten Umfrage der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU OSHA) von 2013 wurden Umstrukturierung bzw. drohender Arbeitsplatzverlust (72 % der Befragten), Überstunden oder Arbeitsüberlastung (66 %) und Schikanen oder Einschüchterung am Arbeitsplatz (59 %) als Hauptstressoren genannt. Auffallend bei Untersuchungen zu Stressbelastungen am Arbeitsplatz ist der rasche Wechsel der am häufigsten genannten Stressoren in recht kurzen Untersuchungsabständen (innerhalb von drei Jahren). Ausserdem lässt sich in der Stressliteratur beobachten, dass einerseits eine immer stärkere Ausdifferenzierung von Stressoren, wie beispielsweise „zu hohe persönliche Involviertheit“, „Lichtverhältnisse“ oder „Freizeitverhalten von Schichtarbeitern“ erfolgt und andererseits eher aggregierte Terminologien wie „soziale Stressoren“ oder „innere Stressoren“ Verwendung finden. In meiner ersten und zweiten Untersuchung sollte den Teilnehmern Stress induziert werden. Die unterschiedlichen Spezifitätsebenen bei den Stressoren in der Literatur erschwerte die Auswahl eines geeigneten Stressors. Es wurde schliesslich in beiden Studien ein aus meiner Sicht recht allgemeines Spezifitätsniveau gewählt, um bei möglichst vielen Teilnehmern eine entsprechende Reaktion auszulösen. So sollte in der ersten Studie eine soziale Bewertungssituation in Anlehnung an den Trier Social Stress Test (TSST) nach Kirschbaum, Pirke und Hellhammer (1993) als Stressor dienen. Da in der Stressliteratur aber auch immer wieder kritische Lebensereignisse (drohender Jobverlust s. o.) untersucht wurden, diente in der zweiten Studie ein imaginiertes psychisch belastendes Ereignis (Jobverlust, bzw. die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben) als Stressor. Obwohl die Art der Stressoren in beiden Studien unterschiedlich war,

sollten beide Stressoren (soziale Bewertung bzw. kritisches Lebensereignis) ähnliche psychische Verarbeitungsmechanismen auslösen. Grundlage zu dieser Überlegung liefert das Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984). Bei diesem in Fachkreisen anerkannten Ansatz geht es weniger um das stressauslösende Ereignis an sich, sondern vielmehr um die kognitiven Bewertungen zu dem Ereignis. Dickerson und Kemeny (2004) konnten ebenfalls zeigen, dass unterschiedliche Stressoren (hohe Leistungsanforderungen, soziale Bewertung, geringe Kontrollierbarkeit) ähnliche Stressreaktionen (z. B. Cortisolausschüttung) auslösen können.

Stress und seine Folgen. Stress an sich stellt selbstverständlich keine Krankheit dar, wobei aber ein Übermass bzw. eine unzureichende Bewältigung zu gesundheitlichen Schäden führen kann. Laut der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU OSHA) von 2013 ist arbeitsbedingter Stress nach Muskel- und Skeletterkrankungen das zweithäufigste arbeitsbedingte Gesundheitsproblem in Europa. So seien 50-60 % aller Fehltage auf arbeitsbedingten Stress zurückzuführen. Neben Studien zur Identifizierung von Stressoren sind Untersuchungen zu den psychischen Auswirkungen von Stress ebenso zahlreich. Häufigste Folge von Stressbelastung sind die Entstehung von Depressionen (Benkert, 2009; Pittenger & Duman, 2008). Im Übrigen finden sich nicht nur Zusammenhänge zwischen subjektiv wahrgenommenem Stress und Depressivität. Auch bei objektiv bewerteter Arbeitsintensität zeigten sich signifikante Korrelationen zu Depression. Rau und Henkel (2013) konnten in ihrer Metaanalyse deutliche Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen objektiv bewerteten, arbeitsgebundenen Stressoren (Arbeitsintensität, Handlungsspielraum, sozialer Unterstützung) und Angst und Panikstörungen finden. Neben den psychischen Erkrankungen lassen sich auch neuroplastische Veränderungen bei chronischem Stress beobachten. So konnten u. a. Grewe, Alonso-Ortega und Markowitsch (2011) zeigen, dass die Nervenzellen im Hippocampus durch umweltbedingten Stress beschädigt werden. Da der Hippocampus für die Übertragung von Informationen vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis wesentlich ist, führten die neuronalen Veränderungen zu einer beeinträchtigten Informationsverarbeitung. Auch andere Studien weisen darauf hin, dass die neuronale Plastizität als Voraussetzung für Lernen und kognitive Flexibilität durch Stress verändert ist (z. B. Davidson & McEwen, 2012). Ein wesentlicher Mechanismus, der das Zellüberleben und die neuronale Plastizität reguliert, ist der Wachstumsfaktor BDNF (Brain-derived neurotrophic factor). BDNF ist ein Protein aus der Gruppe der Neurotrophine, dem beim Nervenwachstum entscheidende Bedeutung zukommt. Murakami, Imbe, Morikawa et al. (2005) konnten zeigen, dass BDNF sowohl nach akuter aber auch nach chronischer Stressbelastung erniedrigt ist. Andere Studien zeigten, dass BDNF eine entscheidende Rolle bei der Neuroplastizität im Rahmen von Depression zukommt (z. B. Castre & Rantama, 2010). Kühn und Gallinat (2013) verweisen darauf, dass die meisten Studien offen lassen, ob die Patienten schon vor der Stressexposition eine Vulnerabilität aufwiesen (Vulnerabilitätshypothese) oder ob die Veränderungen ein Resultat des Stressors sind (Akquisitionshypothese). Die dritte Studie befasst sich daher mit Polymorphismen des Akt2 Gen (als Vulnerabilitätsfaktor) bei dem BDNF ein Vorläufer (Veranlasser) ist. Es soll getestet werden, inwieweit Menschen mit diesem Gendefekt anfälliger für Stressfolgeerkrankungen wie Ängste und Depressionen sind.

In den folgenden Abschnitten möchte ich die einzelnen Studien kurz beschreiben und die Relevanz der jeweiligen Resultate für die Stressforschung erläutern.

1. Artikel: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Zusammenfassung

Ziel war es, die Auswirkungen von Stress auf Entscheidungsfindungsprozesse mit Hilfe von Virtueller Realität (VR) zu testen. Dabei sollte der etablierte Trier Social Stress Test (TSST) zur Stressinduktion in virtuelle Realität übertragen werden. In einem zweiten Teil sollten neue, ökologisch valide, neuropsychologische Testverfahren zur Messung von kognitiven Funktionen (räumliche Orientierung, Merkfähigkeit und kognitive Flexibilität) entwickelt werden. Die kognitiven Tests sollten in Form von virtuellen Labyrinthen nach dem Absolvieren des TSST bearbeitet werden. Renaud, Trottier, Rouleau et al. (2014) und Chaytora, Schmitter-Edgecombe und Burr (2006) wiesen bereits darauf hin, dass das VR ein geeigneter Ansatz sein könnte, um die ökologische Validität von neuropsychologischen Tests zu erhöhen.

Finanziert wurde die Studie im Rahmen des EU Projektes SAVE ME (Grant agreement no.: 234027). Bei der Antragsstellung (Technical Annex) an die Europäische Kommission war ich federführend beteiligt. Das Acronym SAVE ME bedeutet: System and Actions for Vehicles and transportation hubs to support Disaster Mitigation and Evacuation). Das Förderungsvolumen betrug insgesamt 2'914'000 Euro. Der Beitrag für unsere Forschungsgruppe lag bei 190'800 Euro.

Einleitung

In SAVE ME sollte ein System entwickelt werden, das Gefahren (z. B. Terroranschläge, Brände) in öffentlichen Verkehrsnetzen und in anderen Infrastrukturen wie Tunnels und Brücken entdeckt und Evakuierungsmassnahmen einleitet und koordiniert. Konkret sollte ein „Wireless Sensor Network“ Gefahrenquellen (z. B. Feuer, Sprengstoff, Erdbeben) erkennen. Spezifische Überwachungssensoren sollten die Position der Nutzer der jeweiligen Infrastrukturen erkennen. So sollte das SAVE ME-System beispielsweise entdecken, auf welchem Gleis in einer U-Bahnstation sich die meisten Menschen befinden oder wo sich Menschen mit „special needs“ (hohes Alter oder Behinderungen) aufhalten. Ausserdem sollte das SAVE ME-System die Eigenschaften der Gefahrensituation (z. B. aufgrund von Bauarbeiten oder Gefahrenherde blockierte Notausgänge) identifizieren. Sowohl von der Katastrophe Betroffene als auch Bergungsteams sollten mit Hilfe von Smartphones oder Tablet PCs eine individualisierte Routenführung aus der Gefahrensituation erhalten. Ein Vorschlag dazu war beispielsweise, dass jeder Nutzer, der über ein Smartphone verfügt, einen Evakuierungsplan auf sein Display gesendet bekommt.

Die psychologische Fragestellung für unsere Forschungsgruppe lautete, ob Menschen überhaupt in der Lage sind, in einer Notsituation (computergenerierte) Informationen zur Evakuierung von einem Smartphonedisplay aufzunehmen und zu verarbeiten, oder ob dies

unter Panik (Stress) nicht mehr gelingt. Ziel unserer Studie war es, unter möglichst naturalistischen, d. h. den Konditionen einer Gefahrensituation entsprechenden Bedingungen, Entscheidungsprozesse von Menschen zu ermitteln, um Leitfäden und Empfehlungen für eine neuartige Fluchtsystemgestaltung zu entwickeln.

Um die Bedingungen einer entsprechenden Gefahrensituation möglichst echt zu simulieren (ökologische Validität), sollten in unserer Studie virtuelle Realitätsprogramme genutzt werden, um einerseits nicht-lebensbedrohlichen Stress zu induzieren und um allgemeine Lernfähigkeit, räumliche Orientierung sowie kognitive Flexibilität als elementare Bestandteile bei Entscheidungsfindungsstrategien in Fluchtsituationen im Rahmen einer Pilotstudie zu testen (N=31).

Theoretischer Hintergrund zur Studie

Es liegen zahlreiche Untersuchungen zur Entscheidungsfindung bei Stress vor. Keinan (1987) sowie Janis (1982) machten vor allem drei Beobachtungen. (1.) Gestresste Personen lassen sich weniger Zeit für ihre Entscheidungsfindungen, als sie eigentlich zur Verfügung hätten. (2.) Ausserdem gehen gestresste Menschen bei ihren Entscheidungen in Denkaufgaben unsystematisch vor (hektischer, unkoordinierter Wechsel zwischen Strategien) und (3.) ziehen sie häufig nicht alle Alternativen in Betracht.

Für eine ausführliche Darstellung des theoretischen Hintergrunds verweise ich auf unseren Artikel. Vereinfacht zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse der Stressforschung auf kognitive Prozesse wie folgt darstellen: Grundsätzlich sind verschiedene kognitive Prozesse nötig, um etwas neu zu lernen (beispielsweise eine Fluchtwegkarte in einem Hotelzimmer). Dabei kommt dem Arbeitsgedächtnis (working memory) als übergeordnetem Prozess eine wesentliche Bedeutung zu (Baddeley, 2012). In Baddeleys Modell steuert eine zentrale Exekutive die Aufmerksamkeit. Andere kognitive Prozesse (selektive visuelle Aufmerksamkeit, Inhibition, kognitive Flexibilität, u. a.) sind dieser Exekutiven untergeordnet. Der Abruf des gelernten Materials kann nur erfolgen, wenn das Material genügend elaboriert wurde und wenn dem Zugriff auf das Gelernte nichts im Wege steht. Stress könnte eine entsprechende „Blockade“ auslösen. Lernfähigkeit und kognitive Flexibilität sind zwei wesentliche Mechanismen für Problem Solving (Beverdorf, Hughes, Steinberg et al., 1999). Diese beiden Funktionen sichern ebenso wie die Fähigkeit zur räumlichen Orientierung das Überleben in Gefahrensituationen. In unserer Studie sollte untersucht werden, wie sich die drei kognitiven Funktionen unter Stress verändern.

Die Studienergebnisse zur **Lernfähigkeit** unter Stress sind uneinheitlich. Wichtig scheint u. a. der emotionale Gehalt des zu lernenden Materials zu sein. Bei Kuhlmann, Piel und Wolf (2005) wurde die Merkfähigkeit von emotionalen Stimulwörtern im Vergleich zu neutralen Wörtern durch Stress verringert. Bei Cahill (2003) zeigte der Einsatz von Eiswasser als Stressor einen positiven Einfluss auf die Merkfähigkeit von emotional getönten Bildern im Vergleich zu neutralen Bildern. Die Stimuli in unserem Labyrinth sind als neut-

ral anzusehen (geometrische Figuren). Ziel unserer Studie war die Messung von Lernfähigkeit (als Teil des Entscheidungsfindungsprozesses) unter Stress. Andere Forscher (Joëls, Pu, Wiegert et al., 2006) berichten, dass das Lernen kontextabhängig sei, d. h. dass in der Lernphase die gleichen Bedingungen vorliegen müssen wie in der Abrufphase. Smeets, Giesbrecht, Jelacic, et al. (2007) fanden heraus, dass der Stressor einen inhaltlichen Zusammenhang zum Lernmaterial liefern muss, damit das Lernmaterial erinnert wird. Schoofs, Preuß und Wolf (2008) berichteten, dass die Lernleistung generell nach dem TSST verringert sei.

Kognitive Flexibilität wird definiert als die Fähigkeit, flexible und multiple Wissensrepräsentationen zu entwickeln, die in unterschiedlichen Situationen anwendbar sind (Mandl, Kopp & Dvorak, 2004). Renner und Beversdorf (2010) konnten zeigen, dass die kognitive Flexibilität schlechter war, nachdem Probanden 30 Minuten des Films „Saving Private Ryan“ (stressinduzierend) schauten als nach dem Schauen des Films „Shrek“.

Interessanterweise konnte ich zu **räumlicher Orientierung** unter Stress lediglich Tierexperimente finden. Teilweise waren gestresste Ratten sogar besser in ihrer Orientierung als ihre nicht gestressten Artgenossen (Duncko, Cornwell, Cui et al., 2007). Auch Yang, Cao, Xiong et al. (2003) fanden heraus, dass man Ratten sogar trainieren konnte, unter Stress ihren Weg durch ein Labyrinth besser zu finden.

Baddeley (2012) beschreibt **Entscheidungsfindung** als eine höhere kognitive Funktion, die aus dem Zusammenwirken verschiedener kognitiver Grundkomponenten wie visuell räumlicher Orientierung und kognitiver Flexibilität besteht. Ein allgemeines und gut dokumentierte Ergebnis zur Interaktion zwischen Stress und Entscheidungsfindung besagt, dass starker emotionaler Stress einen „Fight or Flight“-Modus hervorruft, in dem die Wahrnehmung, Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung so gesteuert werden, dass es dem Individuum möglich wird, schnell auf eine Bedrohung zu reagieren (Cannon, 1915; Hilton, 1982). Ein ähnliches Phänomen nennt sich „Perceptual Tunneling“, was beschreibt, dass der periphere Bereich der Aufmerksamkeit zugunsten eines zentralen Fokus verringert wird. Pabst, Brand und Wolf (2013) fanden heraus, dass Menschen unter akutem Stress risikoreichere Entscheidungen treffen. Entin und Serfaty (1990) dokumentierten, dass untrainiertes Militärpersonal unter Zeitdruck zu weniger effektiven Entscheidungen gelangte. Heilman, Nadeau und Beversdorf (2003) zitieren Martindale und Greenough (1973), die herausfanden, dass durch weißes Rauschen induzierter Stress innovatives Problemlösen schmälert. Schwabe und Wolf (2009) zeigten, dass gestresste Probanden vergleichsweise häufiger zu bereits ausprobierten, unwirksamen Lösungen zurückgreifen.

Methoden

Es konnte gezeigt werden, dass virtuelle Realität ein geeignetes Medium ist, um den TSST (Trier Social Stress Test, Kirschbaum et al., 1993) anzuwenden und Stress zu induzieren (Kotlyar, Donahue, Thuras et al., 2008; sowie Kelly, Matheson, Martinez et al., 2007). In unserer Studie sollte die Wirksamkeit durch eine hohe Anzahl an Avataren noch einmal verstärkt werden, und es sollte neben dem Immersionserleben (d. h. das Echtheitsgefühl in der virtuellen Welt), das subjektive Stresserleben (also die Wirksamkeit des TSST in VR) durch einen Fragebogen erhoben werden. Ebenso sollte das Stresserleben objektiv, d. h. physiologisch mittels Herzrate ermittelt werden. Mein Beitrag lag hier in der Idee, einen virtuellen Hörsaal mit 80 Zuhörern zu konstruieren und von dem ursprünglichen Konzept abzuweichen, bei dem lediglich 2 - 4 Avatare bzw. Schauspieler genutzt wurden. Der Grund hierfür liegt in der noch mangelnden Vollkommenheit der Avatare. Durch die hohe Anzahl an Avataren sollte die Neigung der Teilnehmer gemindert werden, sich mit der Echtheit der Avatare zu beschäftigen. Ausserdem sollte eine höhere Anzahl den sozialen Druck steigern. Der genaue Ablauf des TSST wird in unserem Artikel dargestellt (5 Minuten freier Vortrag zum Thema „persönliche Stärken“, zuvor: 2 Minuten Vorbereitungszeit).



Abbildung 1: Hörsaal aus Sicht des Probanden.

Folgende Fragen sollten nach dem TSST beantwortet werden:

Was war das für ein Gefühl im Hörsaal?	Stimme überhaupt nicht zu						Stimme voll und ganz zu	
Die Aufgabe war anstrengend.	1	2	3	4	5	6	7	8
Die Aufgabe kam unerwartet.	1	2	3	4	5	6	7	8
Ich war gestresst.	1	2	3	4	5	6	7	8
Ich hatte ein ähnliches Gefühl, als ob ich in dem Hörsaal gestanden hätte.	1	2	3	4	5	6	7	8
Die Aufgabe war real.	1	2	3	4	5	6	7	8
Ich war mit meinem Vortrag zufrieden.	1	2	3	4	5	6	7	8

Nach dem Vortrag sollten die Probanden zwei Labyrinth durchlaufen, die ich im Folgenden vorstelle. Eine Vorgabe des Auftraggebers (Europäische Kommission) war es, dass die kognitiven Funktionen unter möglichst echten, alltagsnahen Bedingungen getestet werden sollten. D. h. es sollten ähnliche Konditionen wie in einer gefährlichen Evakuierungssituation geschaffen werden. Der Schwerpunkt sollte also auf der ökologischen Validität (d. h. auf der Übertragbarkeit eines Laborbefundes auf das Alltagsgeschehen) liegen. Meine Überlegungen zur innovativen und ökologisch validen Testung von Lernfähigkeit und räumlicher Orientierung unter Stress führten mich zu der Idee, ein Labyrinth in virtueller Umgebung mit Hinweisreizen (geometrische Figuren) und Fehlermeldungen (lautes Geräusch und Lichtblitz) zu erarbeiten. Während der Suche nach dem Ausgang aus dem virtuellen Labyrinth sollte der Teilnehmer herausfinden, ob geometrische Symbole an den Türen des Labyrinths ihnen den richtigen Weg weisen. Insgesamt gab es neun Symbole (drei Formen und drei Farben). Drei waren korrekte und sechs waren falsche Hinweisschilder. Der Teilnehmer erhielt also regelmässig Rückmeldung, ob er einen Fehler machte (d. h. einem falschen geometrischen Symbol folgte) oder auf dem richtigen Weg war. Mir war bewusst, dass bei diesem Design eine Durchmischung bei der Messung der kognitiven Funktionen stattfand, was eine eingeschränkte Interpretierbarkeit der Ergebnisse nach sich zog. Einzelne kognitive Prozesse liessen sich durch spezifischere Testverfahren sicherlich genauer messen (z. B. durch die TAP von Zimmermann & Fimm, 1993). Verschiedene Experten aus dem Bereich der kognitiven Neurowissenschaften (u. a. Dr. B. Fimm, Mitbegründer der TAP und Dr. M. Pflüger, leitender Neuropsychologe FPK Basel) bestätigten mir aber, dass mit diesem Vorgehen die kognitiven Prozesse Lernen und räumliche Orientierung gemessen wurden und dass sie meinen Ansatz vor allem im Hinblick die ökologische Validität für vielversprechend hielten. Die Probanden sollten mit möglichst akutem

nehmer sollten ihre kognitive Flexibilität unter Beweis stellen, indem sie einen Wechsel bei der Wahl des richtigen Hinweisreizes (ebenfalls geometrische Symbole) herausfanden.

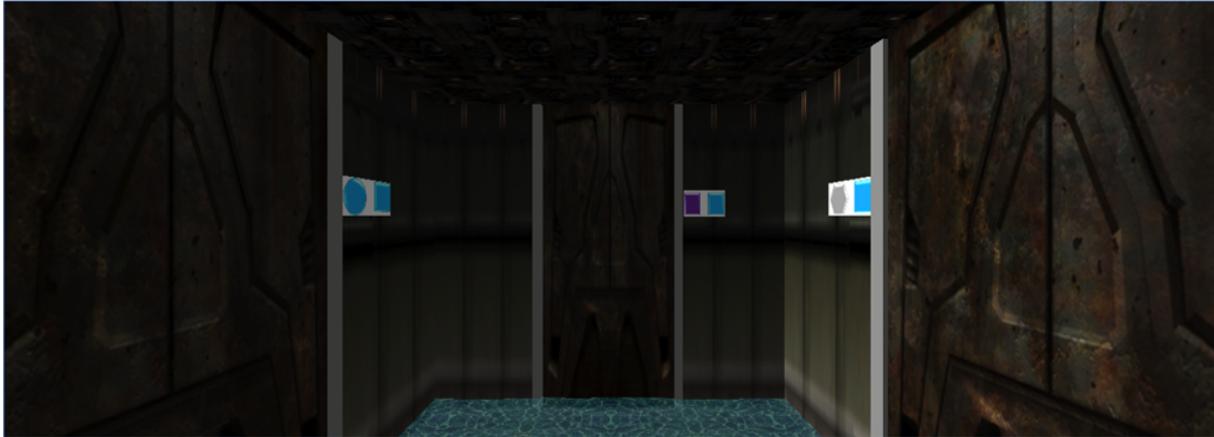


Abbildung 4: Sicht des Probanden für das Labyrinth kognitive Flexibilität

Bisher liegen meines Wissens keine Studien vor, bei der virtuell induzierter Stress und seine Auswirkung auf Lernfähigkeit, räumliche Orientierung und kognitive Flexibilität (ebenfalls virtuell) getestet wurden. Alle drei Verfahren (TSST, Lern- und räumlicher Orientierungstest, kognitiver Flexibilitätstest) wurden von mir neu entwickelt und sollten getestet werden. Es lagen also noch keine ausreichenden Referenzdaten für die Tests vor. Den Nutzen der Studie sehe ich vor allem darin, neue Erkenntnisse zu den angewendeten kognitiven Strategien unter Stress zu finden. Es sollte getestet werden, ob bei der zukünftigen Gestaltung von Evakuierungen und Fluchtwegweisungen eine herabgesetzte Merk- und Orientierungsfähigkeit, eine mangelnde kognitive Flexibilität oder die Neigung zu perseverierenden, unsystematischen oder impulsiven Entscheidungsstrategien berücksichtigt werden muss. Falls dies der Fall wäre, müssten entsprechende Programme und technische Gadgets (Smart Phone, Tablet PC) beispielsweise möglichst einfach und mit wenig Entscheidungsspielraum gestaltet werden.

Mein wissenschaftlicher Anteil lag neben der wesentlichen Mitarbeit am Antrag von SAVE ME an der theoretischen Ausarbeitung des virtuellen TSST (z. B. Dauer und Thema des Vortrages, Anzahl, Art und Bewegung der Avatare) und an der Konzeptualisierung der virtuellen Labyrinth. Bedeutsam waren hierbei die Auswahl und das Verhältnis von korrekten und falschen Hinweisreizen, die Fehlerdefinition, die Grösse der Labyrinth (Grundriss), sowie die Art der Fehlerrückmeldung. Programmiert wurden alle drei VR-Verfahren von Dr. Patrick Lemoine. Er nutzte dabei das von ihm entwickelte Softwareprogramm EKAI©.

Zeitplan der Untersuchung und Teilnehmer

Die Datenerhebung erfolgte nach Genehmigung des Vorhabens durch die Ethikkommission Beider Basel vom 19.10.2010. Die Laufzeit betrug ca. 4 Monate. Die Rekrutierung erfolgte via Flyer. An unserer Studie nahmen nur gesunde Probanden teil. Aufgrund der nicht vorliegenden Referenzstudien wurde auf eine Stichprobenumfangsplanung verzich-

tet. Im Hinblick auf den Pilotcharakter der Studie ist auch die eher geringe Teilnehmerzahl zu sehen (N= 31).

Die Einschlusskriterien lauteten:

- > 18 Jahre,
- Student /Studentin oder Personen, die sich im Arbeitsprozess befinden,
- Uneingeschränkt einwilligungsfähig.

Ausschlusskriterien waren:

- < 18 Jahre,
- Drogen oder Alkoholabusus,
- Schwere chronische Erkrankungen,
- Erkrankungen mit hochgradiger Behinderung,
- Beschränkt oder nicht einwilligungsfähig.

Ergebnisse und Diskussion

Zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse wie folgt skizzieren. Die Teilnehmer bewerteten den TSST als realistisch (5.8 auf einer 1-8 Likert-Skala), stressauslösend (5.7 auf einer 1-8 Likert-Skala) und unerwartet (7.1 auf einer 1-8 Likert-Skala). Die Tatsache, dass ein Ereignis als unerwartet bewertet wird, könnte als eine milde Form von Stresserleben interpretiert werden. Die Auswertung des Herzratenvergleichs zwischen Post-Stress-Phase (Ruhephase) und TSST bestätigte das Stresserleben. Die Probanden zeigten eine erhöhte Herzrate während des TSST. Fazit: Unser virtueller TSST löst Stress aus.

Ein zweites Ergebnis lautete: je mehr ein Teilnehmer sich durch den TSST gestresst fühlte, umso schlechter war seine Leistung beim Lern- und räumlichen Orientierungstest. Ein gestresster Proband verfolgte kein Konzept sondern ignorierte korrekte Hinweissymbole, bzw. Fehlerrückmeldungen. Fazit: Zuvor erlebter Stress geht zumindest in unserer Studie mit reduzierter räumlicher Orientierungsfähigkeit und Lernfähigkeit einher.

Im Gegensatz hierzu zeigten Teilnehmer, die angaben, dass der TSST unerwartet war, eine bessere Leistung im zweiten Labyrinth. Sie zeigten also eine bessere kognitive Flexibilität als die Probanden, die sich nicht durch den TSST überrascht fühlten. Sie machten weniger willkürliche Kategorienwechsel (d. h. ohne negative Rückmeldung das Zuordnungskriterium wechseln) als diejenigen, die angaben, der TSST sei nicht unerwartet. Fazit: Eine leichte Form von Stress erhöht die kognitive Flexibilität.

Im Hinblick auf die Auswirkungen von Stress auf die kognitive Leistungsfähigkeit in einer Gefahrensituation lässt sich somit festhalten, dass Stress nicht automatisch Menschen daran hindert, neue Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten. Sicherlich ist diese Fä-

higkeit bei steigender Anspannung eingeschränkt. Ein mittleres „Arousal“-Niveau, d. h. wenn der TSST als unerwartet bewertet wurde, scheint sich zumindest die kognitive Flexibilität zu erhöhen. Diese Ergebnisse lassen Parallelen zu dem bekannten Yerkes Dodson Law (1908) erkennen, das besagt, dass ein U-förmiger Zusammenhang zwischen Erregungsniveau und Leistungsfähigkeit besteht.

Die Tatsache, dass signifikante Korrelationen zwischen der Bewertung des TSST (stressig, unerwartet) und den kognitiven Leistungstests gefunden wurden, ist ein weiterer Schritt zur Etablierung von virtuellen Verfahren im psychologischen Forschungsraum. Ausserdem liefern die Ergebnisse erste Hinweise, dass unsere neu entwickelten Tests eine hohe ökologische Validität aufweisen. Sicherlich ist eine weitere Validierung sowohl des virtuellen TSST als auch der virtuellen kognitiven Testverfahren anhand von etablierten und standardisierten Testverfahren notwendig.

2. Artikel: Übersetzung und Validierung des SAM - „Stress Appraisal Measure“

Zusammenfassung

In der zweiten Studie wurde eine Übersetzung und eine deutschsprachige Validierung des anerkannten englischen Stressfragebogens „Stress Appraisal Measure“ (SAM) von Peacock und Wong (1990) durchgeführt. Der SAM ist ein vergleichsweise kurzer Fragebogen (28 Items) zur Bewertung eines aktuellen, stressauslösenden Ereignisses. Den theoretischen Hintergrund liefert das Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984). Neben der Übersetzung und Validierung wurde eine Überprüfung und Neugewichtung der einzelnen Faktoren der Stressverarbeitungstheorie von Lazarus und Folkman (1984) erreicht.

Die Studie wurde im Rahmen des EU Projektes INTERSTRESS (Grant agreement no.: 247685) durchgeführt. Das Acronym INTERSTRESS bedeutet: Interreality in the Management and Treatment of Stress-Related Disorders. Der Antrag an die Europäische Kommission wurde von mir in grossen Teilen mitgestaltet und der von mir eingeworbene Förderungsbeitrag für unsere Forschungsgruppe betrug 561'084 Euro (Gesamtvolumen des Projektes war 3'000'900).

Einleitung

INTERSTRESS hatte zum Ziel, ein innovatives computerbasiertes Stressbewältigungstraining zu entwickeln, bei dem virtuelle Realität genutzt werden sollte. Um dies zu erreichen, sollte ein neues elektronisches Gesundheitskonzept, das sogenannte „Interreality“, angewendet werden, in dem sich reales Verhalten und Verhalten in der virtuellen Welt gegenseitig beeinflussten. U. a. wurden 3D-Avatare und verschiedene virtuelle stressauslösende Konfrontationsszenarien konstruiert, in denen die Teilnehmer neue Handlungs- und Copingstrategien lernen sollten. So sollte beispielsweise in virtuellen Rollenspielen der Umgang mit Forderungen von einem dominanten Chef geübt werden. Ausserdem wurden verschiedene virtuelle Biofeedbackszenarien in der virtuellen Welt entworfen. Es sollten vor allem Herzschlag und Atmung in der virtuellen Welt visualisiert werden, damit die Teilnehmer schneller und bessere Entspannungstechniken via Feedbackschleife lernten. Mit dem Ziel, reifere Copingmechanismen bei Stress zu entwickeln, wurden verschiedene Bio- und Aktivitätssensoren (EKG, Thoraxatmung, Aktimeter) in Mobiltelefon- und Internetanwendungen eingesetzt, um die subjektiven und physiologischen Facetten von Stress zu erheben, und um mit der virtuellen Welt zu interagieren. Das neu entwickelte Stressbewältigungstraining orientierte sich an den kognitiv-behavioralen Ansätzen von Kaluza (2004) und Meichenbaum (2003). Das Training sollte 12 Sitzungen und 3 Nachfolgesitzungen (Follow-ups) 3, 6 und 12 Monate nach Therapieabschluss beinhalten. Ziel war es, dem ursprünglich gestressten Teilnehmer (Abbildung 5) via Interreality mehr Gelassenheit

zu vermitteln, indem er neue Techniken zur kognitiven Umstrukturierung, zur Ressourcenaktivierung und zur Entspannung lernte (Abbildung 6).



Abbildung 5: Darstellung aus dem Technical Annex von INTERSTRESS zu defizitären kognitiven Bewertungsschemata eines Patienten vor dem Training

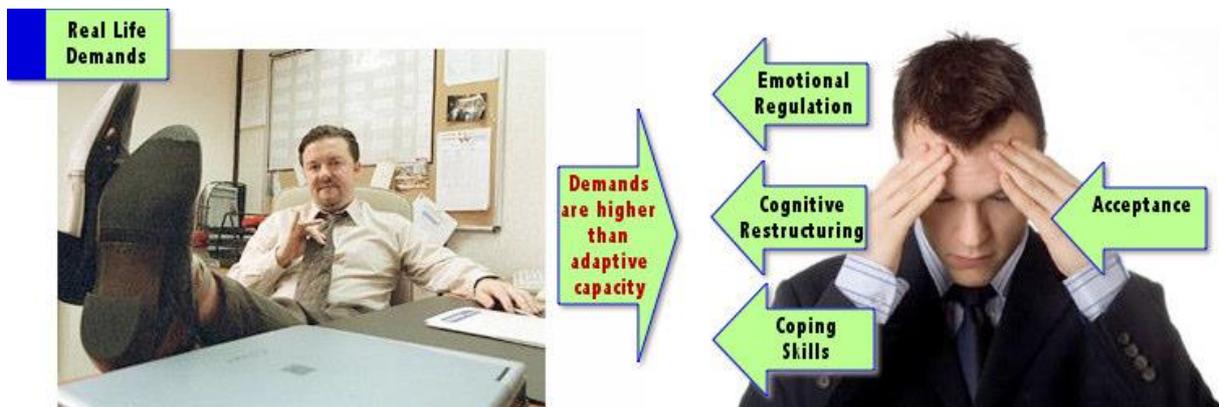


Abbildung 6: Darstellung aus dem Technical Annex von INTERSTRESS zu elaborierteren kognitiven Bewertungsschemata eines Patienten nach dem Training

Eine Teilaufgabe innerhalb von INTERSTRESS für unsere Forschungsgruppe lag in der Übersetzung und deutschsprachigen Validierung des englischen „Stressappraisal Measurement“ (SAM) von Peacock und Wong (1990). Ein italienischer Projektpartner übersetzte den SAM ins Italienische. Ziel war es, den Fragebogen in einer multizentrischen Studie

einzusetzen. Der SAM ist ein vergleichsweise kurzer Fragebogen (28 Items) zur Bewertung eines aktuellen stressauslösenden Ereignisses.

Theoretischer Hintergrund zur Studie

Bei den gängigen Erklärungsansätzen für Stresserleben wird meist zwischen reizorientierten, reaktionsorientierten sowie interaktiven Ansätzen unterschieden (z. B. Zimbardo et al., 2003). Wird eine Situation als Bedrohung wahrgenommen, werden unterschiedliche psychische und körperliche Alarmreaktion ausgelöst (Selye, 1950), die unterschiedlich erlebt werden können (Lazarus & Folkman, 1984; Schwarzer, 2000). Zur Erfassung und Verarbeitung des Stresserlebens werden häufig Fragebögen eingesetzt (vgl. Tab. 1). Gängige übrige Stresstheorien sind das salutogenetische Modell von Antonovsky (1979, 1987), das Selbstmanagementkonzept von Kanfer, Reinecker und Schmelzer (1996), die Theorie der Selbstwirksamkeit von Bandura (1997), die Depressionstheorie von Beck (1986), das Modell zur sozialen Unterstützung nach Sommer und Fydrich (1989), die Theorie der Ressourcenerhaltung nach Buchwald, Schwarzer und Hobfoll (2004) sowie das „model of behavioral self regulation“ von Carver und Scheier (1981). Das kognitiv-transaktionale Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984) ist aber sicherlich eines der gebräuchlichsten in der Stressforschung und wird nach wie vor erfolgreich angewendet (Ntoumanis, Edmunds & Duda, 2009; Graungaard, Andersen & Skov, 2011). Bei der Erstellung des englischsprachigen Fragebogens orientierten sich die beiden Ursprungsautoren Peacock und Wong (1990) ebenfalls an der kognitiv-transaktionalen Stresstheorie von Lazarus und Folkman (1984). Ihre Theorie teilt die Reaktionen eines Menschen auf Ereignisse, die sein inneres Gleichgewicht stören, in primäre und sekundäre kognitive Bewertungen („primary and secondary appraisal“). Unter einer kognitiven Bewertung („appraisal“) werden generell Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesse einer Situation verstanden. Um nun eine Situation als bedrohlich zu erkennen, werden nach Lazarus und Folkman (1984) zwei kognitive Bewertungsprozesse durchlaufen. Das „primary appraisal“ meint die Einschätzung einer Situation entweder als „gefährlich“, „angenehm“ oder „irrelevant“. Unter „secondary appraisal“ wird die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten verstanden, dieses Ereignis zu kontrollieren und zu bewältigen. Stress entsteht also, wenn das Ergebnis des ersten Bewertungsschrittes „gefährlich“ lautet und das des zweiten Schrittes, dass die zur Verfügung stehenden Ressourcen und Kontrollkompetenzen nicht ausreichen, um eine potenzielle Bedrohung zu bewältigen.

In Tab. 1. (am Ende dieses Kapitels) sollen etablierte, d. h. ausreichend normierte und validierte deutschsprachige Fragebögen zum Stresserleben kurz beschrieben und mit dem multiaxialen SAM von Peacock und Wong (1990) verglichen werden. Die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die vorgestellten Fragebögen unterscheiden sich bei der Erfassung des Stresserlebens u. a. im Hinblick auf den zeitlichen Fokus (akuter Stress, Stress in den letzten drei Monaten, etc.), bezüglich der unterschiedlichen Facetten von Stress (u. a. Stressintensität) sowie den eingeleiteten Handlungen (Copingverfahren, etc.). In der letzten Zeile der Tabelle wird jeweils der Unterschied zum SAM aus Sicht des jeweiligen Fragebogens beschrieben.

Tabelle 1 zeigt, dass ein theoriegeleiteter, kurzer, deutschsprachiger Stressfragebogen fehlt, der ein aktuelles Lebensereignis misst. Im Vergleich mit anderen Stresserfassungsinstrumenten überzeugte der SAM für diesen Einsatz am meisten, da viele andere Fragebögen eher einen längeren Zeitraum, bzw. generelle Copingstile erfassen. Beim SAM werden weder konkrete Handlungsstrategien, noch zeitlich überdauernde Copingstrategien gemessen; es steht die Messung von aktuell stattfindenden, kognitiven Verarbeitungsmechanismen im Vordergrund. Peacock und Wong (1990) sprachen in diesem Zusammenhang von antizipatorischem Stress. Ausserdem überzeugt die klare, systematische und theoriegeleitete Operationalisierung der Items nach der Theorie von Lazarus und Folkman (1984).

Peacock und Wong (1990) versuchten in ihrem Test die beiden kognitiven Prozesse (primary und secondary appraisal) zu operationalisieren. Das „primary appraisal“ wurde durch drei Skalen: „Bedrohung“ (threat), „Herausforderung“ (challenge) und „Bedeutsamkeit“ (centrality) operationalisiert. Die Skalen des „secondary appraisals“ bestand aus: „Eigene Kontrolle“ (controllable by self), „Kontrolle durch andere“ (controllable by others) sowie „Unkontrollierbarkeit“ (uncontrollable). Ausserdem wurde eine übergeordnete Skala konstruiert, die „generelles Stresserleben“ (stressfulness) erfasst. Alle Skalen wurden mit jeweils vier Items operationalisiert.

Methode

Der englische SAM (28 Items) ist im Anhang II am Ende des publizierten Artikels angefügt. Er wurde für die Validierung zunächst von einem professionellen Übersetzer vom Englischen ins Deutsche übersetzt. Ein zweites Übersetzungsbüro führte schliesslich eine Rückübersetzung vom Deutschen ins Englische durch. Die Abweichung zwischen der Originalversion von Peacock und Wong (1990) und der Rückübersetzung vom Deutschen ins Englische war so marginal, dass wir davon ausgehen konnten, dass beide Versionen semantisch kongruent waren. Wie bereits einleitend berichtet, wurden zur Stressinduktion (wie in der ursprünglichen Studie) zwei kritische Lebensereignisse in Form von Imaginationsgeschichten präsentiert. Anschliessend sollten die Teilnehmer ihr Stressempfinden anhand des SAM einschätzen. Die beiden Imaginationsgeschichten waren von unterschiedlicher Stressintensität und mit unterschiedlichen Einflussmöglichkeiten konstruiert. Sie sind ebenfalls im Anhang des Artikels abgedruckt. Bei einer der Imaginationsgeschichten ging es um die Absage eines nicht zum Lebensunterhalt notwendigen Zusatzjobs und bei der anderen um die Mitteilung, sich möglicherweise mit HIV infiziert zu haben. Jeder Teilnehmer bekam per Zufall eine Geschichte zugeteilt. Es wurde also ein einfaktorielles Prä-Post-Design angewendet.

Eine konvergente sowie diskriminante Validierung erfolgte anhand des CISS (Coping Inventory for Stressful Situations von Kälin, 1995), mit Hilfe des STAI (State-Trait-Angstinventar von Laux, Glanzmann, Schaffner et al., 1981) sowie mit 5 Einzelitems zur Messung spezifischer Emotionen. Für den theoretischen Hintergrund sowie für die Gründe, die zur Auswahl führten, verweise ich auf unseren Artikel.

Nach der Genehmigung der „Ethikkommission Beider Basel“ vom 13.01.2011 wurden im Rahmen einer Vorlesung die Fragebögen verteilt. Für eine genauere Beschreibung des Vorgehens verweise ich auf den Artikel.

Ergebnisse und Diskussion

Wie in der ersten Studie zum virtuellen TSST wurde zunächst bestätigt, dass der Stressor (hier Imaginationsgeschichten) überhaupt Stress auslöst. Der Global Score des STAI war nach dem Lesen der beiden Szenarien signifikant höher als zuvor. Die Imaginationsgeschichten konnten somit als Stressinduktor für die Validierung des SAM genutzt werden, um eine wirksame und akute Stresssituation zu erzeugen.

Die 28 Items des SAM wurden einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) unterzogen und es wurde eine fünffaktorielle Lösung gefunden, wobei unsere Faktorenstruktur lediglich leichte Abweichungen zu den Ergebnissen von Peacock und Wong (1990) aufwies. Die Autoren fanden ebenso wie wir einen Faktor, der die Skalen *Bedrohung* (threat) und *Bedeutsamkeit* (centrality) beinhaltet. Ausserdem wiesen in unserer Analyse einzelne Items eine höhere semantische Nähe zu anderen Faktoren auf als bei Peacock und Wong (1990). Es bleibt festzuhalten, dass die von Peacock und Wong (1990) identifizierten Faktoren im Wesentlichen repliziert werden konnten. Besonders erwähnenswert ist die Erkenntnis, dass *Bedrohung* (threat) und *Zentralität* (centrality) keine einzelnen Faktoren bei der Bewertung eines stressauslösenden Ereignisses sind, was Anlass gibt, die ursprünglichen Annahmen von Lazarus und Folkman (1984) zu überdenken. Wie Peacock und Wong (1990) konnten auch in unserer Studie nicht alle Differenzierungen - drei getrennte Bewertungsskalen im primary appraisal - des Transaktionalen Stressmodells von Lazarus und Folkman (1984) abgebildet werden. Auch die Resultate von Roesch und Rowley (2005) und Rowley, Roesch, Jurica et al. (2005) sollten zum Anlass genommen werden, den theoretischen Rahmen des Transaktionalen Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984) zu hinterfragen. Bei Roesch und Rowley (2005) wurde eine vier- und bei Rowley et al. (2005) eine dreifaktorielle Struktur gefunden. In der Studie von Roesch und Rowley (2005) waren *Bedrohung* (threat) neben *Herausforderung* (challenge) und *Bedeutsamkeit* (centrality) getrennte Faktoren. In der Studie von Rowley et al. (2005) luden *Bedrohung* (threat) und *Bedeutsamkeit* (centrality) wie in unserer Studie auf einem Faktor. Dritter bzw. vierter Faktor war jeweils *Ressourcen*, auf dem alle Variablen des secondary appraisals zusammengefasst wurden. Lazarus und Folkman (1984) nahmen ursprünglich an, dass *Bedeutsamkeit* (centrality) orthogonal zu *Herausforderung* (challenge) und *Bedrohung* (threat) angeordnet ist. Es wurde postuliert, dass eine *Bedrohung* (threat) ebenso wie eine *Herausforderung* (challenge) nur dann Beachtung finden, wenn sie als *bedeutsam* (zentral) für das eigene Selbstkonzept (im Sinne von „Gefahr“, bzw. „selbstwertsteigernd“) wahrgenommen werden. Verschiedene Ergebnisse (inklusive unserer eigenen Studie) legen nun aber nahe, dass zumindest *Bedrohung* (threat) und *Bedeutsamkeit* „centrality“ auf einem Faktor laden und somit nicht unabhängig sind. So sind *Bedrohung* (threat) und *Bedeutsamkeit* (centrality) enger miteinander verbunden als *Herausforderung* (challenge) und

Bedeutsamkeit (centrality), wo die Orthogonalität bestehen bleibt. Dies würde eine Abkehr vom ursprünglichen Modell bedeuten. Eine Interpretation könnte etwa lauten, dass gefährvolle Ereignisse wesentlicher und zentraler sind als herausfordernde Ereignisse.

Im Hinblick auf die Validierung des SAM bleibt noch zu erwähnen, dass neben der Faktorenstruktur ebenso die internen Konsistenzen der einzelnen Skalen, sowie die konvergente Validität des SAM aus der ursprünglichen Studie weitestgehend repliziert werden konnten. Dies ermöglicht einen Einsatz des SAM nun auch in deutscher Sprache.

Tabelle 1: Überblick über unterschiedliche Messverfahren zur Stresserfassung

Test	Beschreibung	Theoretischer Hintergrund	Bewertungszeitraum	Kurzversion	Unterschied zum SAM
TICS: Trierer Inventar zum chronischen Stress (Schulz, Schlotz & Becker, 2004)	10 Skalen: Arbeitsüberlastung, soziale Überlastung, Erfolgsdruck, Arbeitsunzufriedenheit, Überforderung bei der Arbeit, Mangel an sozialer Anerkennung, soziale Spannungen, soziale Isolation, chronische Besorgnis, globale Stressskala	Transaktionale Stresskonzeption nach Lazarus und Folkman (1984)	Vorangegangenen drei Monate	Screening-Skala zum chronischen Stress (SSCS)	<ul style="list-style-type: none"> - Situationsstabile Copingstrategien - Fokus liegt auf chronischem Stresserleben - Keine konsequente Operationalisierung der Kontrollattributionen
SVF 120: Stressverarbeitungsfragebogen (Janke & Erdmann, 1997)	20 Skalen messen Aspekte der Stressverarbeitung: Fokus auf zeit- und situationsstabile Copingstrategien (sog. „traits“)	Transaktionale Stresskonzeption nach Lazarus und Folkman (1984)	Ohne zeitlichen Fokus	Akutes Stresserleben (sog. „states“); SVF-ak; ist immer noch sehr umfangreich (84 Items)	<ul style="list-style-type: none"> - Situationsstabile Copingstrategie - Misst nicht aktuelles Stresserleben - Keine konsequente Operationalisierung der Kontrollattributionen

Test	Beschreibung	Theoretischer Hintergrund	Bewertungszeitraum	Kurzversion	Unterschied zum SAM
FERUS: Fragebogen zur Erfassung von Ressourcen und Selbstmanagementfähigkeiten (Jack, 2007)	Fokus auf psychotherapeutisches Erleben und Veränderungsprozess; 10 Skalen: Einstellung zur Psychotherapie, Veränderungsmotivation, Selbstbeobachtung, aktives und passives Coping, Selbstwirksamkeit, Selbstverbalisation, Hoffnung, soziale Kompetenz, Selbstakzeptanz, soziale Unterstützung	Salutogenetisches Modell (Antonovsky, 1979, 1987), Selbstmanagementkonzept (Kanfer et al., 1996) Theorie der Selbstwirksamkeit (Bandura, 1997), Ausführungen zur sozialen Unterstützung (Sommer & Fydreich, 1987)	Therapiebegleitend- nicht näher spezifiziert		<ul style="list-style-type: none"> - Breite theoretische Fächerung des Fragebogens - Fokussiert nicht auf ein aktuelles Stresserlebnis und die damit verbundenen Bewertungsprozesse
UBV: Fragebogen im Umgang mit Belastungen im Verlauf (Reichert & Perrez, 1993)	Bewertung von achtzehn alltagsnahen Problemsituationen, während 3 Phasen: (Beginn, Fortbestehen, positiver, bzw. negativer Ausgang; jeweils: Situationseinschätzung, emotionale Reaktionen, Bewältigungsintentionen, kognitives, emotionales und instrumentelles Bewältigungsverhalten)	In Anlehnung an das Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984)	In drei Phasen aufgeteilt (s.o.)	Bewertung von vier alltagsnahen Problemsituationen	<ul style="list-style-type: none"> - Hypothetische und keine aktuelle Situation - Lange Bearbeitungsdauer (Gesamtform etwa 3 Stunden, Kurzform etwa 40 Minuten)
COPE: Coping Orientation to Problems Experienced (deutsche Version von Kälin, 1994)	Habituelle und situative Bewältigungsreaktionen werden anhand von vier Dimensionen bestimmt: aktive Bewältigung, vermeidende Bewältigung, Suche nach sozialer Unterstützung und positive Neuinterpretation (insgesamt 13 Skalen, 60 Items).	Inspiziert durch Stressmodell von Lazarus und Folkman (1984) sowie dem Model of behavioral self regulation (Carver & Scheier, 1981, 1983, 1985)	Ohne zeitlichen Fokus	Brief COPE (2 Items anstatt 13 pro Bewältigungsreaktion)	<ul style="list-style-type: none"> - Keine akute Bewertung, sondern typische Reaktion auf eine stressauslösende Situation - Kontrollattributitionen nur eingeschränkt operationalisiert
CISS: Coping Inventory for Stressful Situations (Kälin, 1995)	Fünf Copingstrategien: aufgabenorientiertes, emotionsorientiertes, vermeidungsorientiertes, zerstreungsorientiertes, sozial-ablenkungsorientiertes Coping	Folkman und Lazarus (1988) problem- und emotionsorientierte Bewältigungsformen	Ohne zeitlichen Fokus		<ul style="list-style-type: none"> - Keine akute Bewertung, sondern typische Reaktion auf eine stressauslösende Situation. - Kontrollattributitionen nur eingeschränkt operationalisiert
STAI: State-Trait-Angstinventar (Laux et al., 1981)	Messung von Angst als Zustand (state) und Angst als Eigenschaft (trait). STAI erfasst, ob eine Person eine (Stress)-Situation als bedrohlich einschätzt, weil die Kompetenzen und Bewältigungsreaktionen der Person entweder unzureichend oder noch unbekannt sind.	Spielberger (1972): State-Trait-Modell der Angst	Ohne zeitlichen Fokus		<ul style="list-style-type: none"> - Keine Unterscheidung in „primary“ und „secondary“ Appraisal

Test	Beschreibung	Theoretischer Hintergrund	Bewertungszeitraum	Kurzversion	Unterschied zum SAM
ABI: Mainzer Modell der Bewältigungsmodi und Angstbewältigungs-Inventar (Egloff & Krohne, 2003)	Drei Bewältigungsdispositionen für bedrohliche Ereignisse: 1. „Sensitizermodus“ konsistente Überwachung des Verhaltens. Entsprechende Bewältigungsreaktionen: Planung, Selbstbeschuldigung und soziale Unterstützung. 2. „Repressermodus“ kognitive oder tatsächliche Vermeidung der Situation. Entsprechende Bewältigungsreaktionen: Bagatellisieren, Herunterspielen und Ablenkung. 3. „Nichtdefensivität“ Toleranz gegenüber Unsicherheit und Erregung. Entsprechende Bewältigungsreaktion: Situationsbezogen	Allgemeine Stimulus-Response-Inventare aus der Angstforschung	Ohne zeitlichen Fokus		<ul style="list-style-type: none"> - Hypothetische Situation: Vorgabe von fiktiven bedrohlichen Szenarien (vier physisch- und vier selbstwert- bzw. egobedrohliche) - Fokus vor allem auf einen dispositionellen, d. h. situationsüberdauernden Ansatz
SWE: Skala zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (Schwarzer & Jerusalem, 1999)	Die Skala misst die Einschätzung, kritische Anforderungssituationen aus eigener Kraft erfolgreich zu meistern. Dabei wird an Situationen aus allen Lebensbereichen sowie an Barrieren gedacht, die es zu überwinden gilt.	Theorie des Selbstwirksamkeitskonzepts (perceived self-efficacy), Banduras (1977, 1997)	Ohne zeitlichen Fokus		Fokus auf dem allgemeinen Umgang mit Problemen und Widerständen und nicht auf die Bewertung eines konkreten, aktuellen Ereignisses
ABF: Alltagsbelastungsfragebogen (Kosarz, Hrabal, & Traue, 1997)	<ul style="list-style-type: none"> - Deutsche Übersetzung des von Brantley et al., 1987 veröffentlichten „Daily Stress Inventory“ (DSI) - Skalen zur Erfassung von Alltagsbelastungen (58 Items) - Zusammenhang zwischen Alltagsstress und der Symptomatik von psychosomatischen und chronischen Erkrankungen 	Lazarus und Delongis (1983)	Vorangegangenen 24 Stunden		Schwerpunkt auf sog. „daily hassles“, d. h. dem Umgang mit alltäglichen, nervigen/stressauslösenden Situationen
PASA Primary Appraisal Secondary Appraisal (Gaab, 2009)	Fragebogen zur Erfassung von situationsbezogenen, vier kognitiven Bewertungen: Bedrohung, Herausforderung, Selbstkonzept eigener Fähigkeiten, Kontrollüberzeugung	Transaktionale Stresstheorie von Lazarus und Folkman (1984)	Kurz zuvor erlebte Situation		Kontrollattributionen nur eingeschränkt operationalisiert (Kontrolle durch andere fehlt)

3. Artikel: Akt2 Gene is Associated with Anxiety and Neuroticism in Humans

Zusammenfassung

In der dritten Studie wurde der Einfluss von Akt2 Polymorphismen als genetische Vulnerabilitätsfaktoren verschiedener (zum Teil stressbedingter) psychiatrischer Erkrankungen ermittelt. Mein Beitrag lag in der Unterstützung beim Erstellen (Konzeptualisierung, Überarbeitung, eigene Schriftbeiträge) des Artikels. So wurde in der Studie untersucht, ob Akt2 Single Nuclear Polymorphismen (SNP) mit ängstlichen und depressiven Persönlichkeitseigenschaften in Zusammenhang stehen.

Theoretischer Hintergrund

Das Akt2 Gen wird durch die Phosphorylierung des Enzyms PI3K aktiviert, das seinerseits wiederum durch BDNF (Brain-derived neurotrophic factor) aktiviert wird. Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass bei Lernprozessen und Aufgaben, die kognitive Flexibilität erfordern, Mechanismen neuronaler Plastizität eine entscheidende Rolle spielen (Draganski, Gaser, Busch et al., 2004). Zudem mehren sich die Hinweise, dass unter Stressbedingungen Mechanismen der neuronalen Plastizität verändert sind; so sind u. a. bei der Pathophysiologie stressassoziiierter Erkrankungen Mechanismen von Bedeutung, die das Zellüberleben und die neuronale Plastizität regulieren. So weisen Patienten nach chronischer Stressbelastung sowie z. B. auch bei Depression erniedrigte BDNF-Spiegel im Serum auf (Karege, Perret, Bondolfi et al., 2002). Andere Studien zeigten einen deutlichen Anstieg von BDNF nach Lernvorgängen sowie nach körperlicher Aktivität (z. B. Cotman & Engesser-Cesar, 2002).

Methode

Mittels Anzeige in Tageszeitungen wurden 463 gesunde Teilnehmer rekrutiert. Sie füllten in Selbsteinschätzung das Spielberger Trait Anxiety Inventory (STAI) von Laux et al. (1981) sowie den Persönlichkeitsfragebogen NEO-FFI von Borkenau und Ostendorf (1993) aus. Beim NEO-FFI fand vor allem die Skala „Neurotizismus“ Berücksichtigung, da ein erhöhter Neurotizismusscore mit einem Lebenszeitrisiko für Depression mit einem Odds Ratio von 1.49 assoziiert ist (Kendler, Gatz, Gardner et al., 2006).

Jedem Probanden wurde eine Blutprobe entnommen und mittels TaqMan 5' exonuclease assay (Livak, 1999) die Akt2 Single Nuclear Polymorphismen (rs7247515, rs3730256, rs892118 oder rs11671439) analysiert.

Für die Gruppenvergleiche wurde eine ANOVA gerechnet, wobei das Alter als Kovariate einfluss.

Ergebnisse und Diskussion

In der Studie konnte gezeigt werden, dass Neurotizismus und ängstliche Persönlichkeitszüge mit den Polymorphismen des Akt2 Gen interagieren, was die Hypothese bestätigt, dass genetische Veränderungen den PI3K/Akt Signalweg beeinflussen und die Vulnerabilität für Ängste oder Depressionen erhöht sind.

In wie weit die Effekte von Akt2 Polymorphismen im Stresserleben zu sehen sind und sich das entsprechende Erbgut im Sinne der Epigenetik durch Stress verändert, muss bislang offen bleiben. Fazit aus der Studie ist, dass Menschen mit Akt2 Polymorphismen eine höhere Anfälligkeit haben, Stress dysfunktional zu verarbeiten, so dass Ängste oder Depressionen entstehen können.

Studien, die sich mit dem Einfluss von Stress und Trauma auf unser Erbgut beschäftigen, nehmen in den letzten Jahren zu (z. B. Gudsnuk & Champagne, 2012; Mann & Currier, 2010). So liefert unsere Studie zwar keinen direkten Beitrag zum besseren Verständnis der Auswirkungen von Stress; das Vorliegen eines polymorphen Akt2 Gens könnte nun aber als Biomarker dienen, nach dem gesucht werden sollte, wenn in Epigenetikstudien nach den Auswirkungen von Stress auf das Erbgut geforscht wird.

Fazit aus allen drei Studien

In dieser kumulativen Dissertation wurden verschiedene Facetten des Ablaufs der Stressreaktion (Entstehung, Diagnostik und Folgen) diskutiert. Fokus der ersten Studie (Erstautor) lag auf der Erforschung von Auswirkungen von Stress. So liefern die Ergebnisse Informationen über den Einfluss von Stress auf kognitive Prozesse. In der zweiten Studie (Erstautor) stand die Diagnose von Stress im Vordergrund und in der dritten Studie (Coautor) die genetische Prädisposition für die unterschiedliche Wahrnehmung von Stress (bzw. Angst).

Die aus meinen drei Studien gewonnenen Erkenntnisse könnten beispielsweise im therapeutischen Kontext genutzt werden, wo die Bearbeitung von Emotionen integraler Bestandteil ist. In der Definition der APA (American Psychological Association) besteht akuter Stress emotional aus einer Kombination aus Wut bzw. Reizbarkeit, Depression und vor allem aus Angst. Ebenso könnten die Ergebnisse zur Gesundheitsprävention oder bei der Planung und Durchführung von Evakuierungsmassnahmen genutzt werden, bei denen das Stressgeschehen für die Rettung notwendige Denk- und Handlungsvorgänge beeinflussen könnte.

Einsatzgebiete sowohl für den TSST als auch für den SAM wären beispielsweise im Rahmen des Stressimpfungstraining (Stress inoculation training) nach Meichenbaum (2003) oder im Rahmen von Motivationsprogrammen bei Sportlern denkbar. In einem Stressmanagementtraining könnte der virtuelle TSST als Stressor genutzt und der SAM schliesslich eingesetzt werden, um die Lernfortschritte der Teilnehmer in den einzelnen Phasen (Informations-, Übungs- und Anwendungsphase) zu ermitteln. Ebenso könnten die virtuellen Labyrinthaufgaben genutzt werden, um zu messen, ob die Teilnehmer gelernt haben, ihren Stresspegel im Rahmen des Trainings zu reduzieren und ob ihnen „Denkaufgaben“ nun auch in stressauslösenden Situationen gelingen (Vorher-Nachher-Vergleich). Ein weiteres Einsatzgebiet lässt sich aus der Studie von Levy, Nicholls und Polmann (2012) bei Sportlern ableiten. So lautete die zentrale Aussage, dass die mentale Stärke eines Athleten enormen Einfluss darauf hat, ob ein Wettkampf als Herausforderung oder Bedrohung erlebt wird. Hier könnten sowohl der TSST als auch der SAM dazu dienen, Stress in einem kontrollierten Ausmass zu induzieren, und die Änderungen des mentalen Reifungsprozesses eines Athleten via SAM während der Vorbereitung auf den Wettkampf zu veranschaulichen.

Literatur

- Antonovsky, A. (1979). *Health, stress, and coping*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Antonovsky, A. (1987). *Unraveling the mystery of health*. San Francisco: Jossey-Bass.
- APA: American Psychological Association (Ed.) (2015). Electronic references. Abgerufen 15. Juni 2015 von: <http://www.apa.org/helpcenter/stress-kinds.aspx>.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, (1), 1-29.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Beck, A.T. (1986). *Kognitive Therapie der Depression*. München: Psychologie Verlags Union.
- Benkert, O. (2009). *Stressdepression*. C. H. Beck. Paperback.
- Berg, E.A. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *Journal of General Psychology*, 39, 15-22.
- Berufsverbände und Fachgesellschaften für Psychiatrie, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie, Psychosomatik, Nervenheilkunde und Neurologie aus Deutschland und der Schweiz (2015): Abgerufen 15. Juni 2015 von: <http://www.neurologen-und-psychiater-im-netz.org/psychiatrie-psychosomatik-psychotherapie/risikofaktoren/arbeitsleben/belastungsfaktoren/stress/>.
- Beversdorf, D.Q., Hughes, J.D., Steinberg, B.A., Lewis, L.D. & Heilman, K.M. (1999). Noradrenergic modulation of cognitive flexibility in problem solving. *Neuroreport*, 10 (13), 2763-2767.
- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (1993) *Neo-Fünf-Faktoren Inventar (NEOFFI), Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Brantley, P., Waggoner, C.D., Jones, G.N. & Rappaport, N.B. (1987). A daily stress inventory: Development, reliability, and validity. *Journal of Behavioral Medicine*, 10, 61-74.
- Buchwald, P., Schwarzer, C. & Hobfoll, S.E. (2004). *Stress gemeinsam bewältigen: Ressourcenmanagement und multiaxiales Coping*. Göttingen: Hogrefe.
- Cahill, L. (2003). Similar neural mechanisms for emotion-induced memory impairment and enhancement. *PNAS*, 100 (23), 13123-13124.
- Cannon, W. (1915). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage*. (pp. 269-284). New York: Appleton.
- Carver, C.S. & Scheier, M.F. (1981). *Attention and self-regulation: A control-theory approach to human behavior*. New York: Springer.
- Carver, C.S. & Scheier, M.F. (1985). Self-consciousness, expectancies, and the coping process. In T. Field, P.M. McCabe, & N. Schneiderman (Eds.), *Stress and coping* (pp. 305-330). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carver, C.S. & Scheier, M.F. (1983). A control-theory model of normal behavior, and implications for problems in self-management. In P.C. Kendal (Ed.), *Advances*

- in cognitive-behavioral research and therapy* (Vol. 2, pp. 127-194). New York: Academic Press.
- Castre, E. & Rantama, T. (2010). The Role of BDNF and Its Receptors in Depression and Antidepressant Drug Action: Reactivation of Developmental Plasticity. *Developmental Neurobiology*, 70 (5), 289-297.
- Chaytora, N., Schmitter-Edgecombe, M. & Burr, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21 (3), 217-227.
- Cotman, C.W. & Engesser-Cesar, C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30, 75-79.
- Davidson, R.J., McEwen, B.S. (2012). Social influences on neuroplasticity: stress and interventions to promote well-being. *Nature Neuroscience* 15, 689-695.
- Dickerson, S.S. & Kemeny, M.E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130 (3), 355-391.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn & May, A. (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature* 427, 311-312.
- Duncko, R., Cornwell, B., Cui, L., Merikangas, K.R. & Grillon, C. (2007). Acute exposure to stress improves performance in trace eyeblink conditioning and spatial learning tasks in healthy men. *Learning Memory*, 14 (5), 329-335.
- Egloff, B. & Krohne, H.W. (2003). Angstbewältigungs-Inventar (ABI). In J. Hoyer & J. Margraf (Eds.), *Angstdiagnostik - Grundlagen und Testverfahren* (S. 98-100). Berlin: Springer.
- Entin, E.E. & Serfaty, D. (1990). Information gathering and decision making under stress, *NTIS HC A05/MF A01. Technical Report Number ADA218233; AD-E501191; TR-454.*
- Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (2015). Abgerufen: 15. Juni 2015: <https://www.healthy-workplaces.eu/de/stress-and-psychosocial-risks/facts-and-figures>.
- Folkman, S. & Lazarus, R.S. (1988). *The ways of coping questionnaire* (rev. ed.). Palo Alto, CA: Consulting Psychologist.
- Gaab, J. (2009). PASA - Primary Appraisal Secondary Appraisal - Ein Fragebogen zur Erfassung von situations-bezogenen kognitiven Bewertungen. *Verhaltenstherapie*, 19, 114-115.
- Graungaard, A.H., Andersen, J.S. & Skov, L. (2011). When resources get sparse: a longitudinal, qualitative study of emotions, coping and resource-creation when parenting a young child with severe disabilities. *Health*, 15 (2), 115-36.
- Grewe, P., Alonso Ortega, G. & Markowitsch, H.J. (2011). Veränderungen in Persönlichkeit und Gedächtnis nach umweltinduzierten Stresserlebnissen. In B. Wiebel, A. Pilenko & G. Nintemann (Hrsg.): *Mechanismen psychosozialer Zerstörung: neoliberales Herrschaftsdenken, Stressfaktoren der Prekarität, Widerstand*. (Kapital: 10, S.81-96). VSA: Hamburg.
- Gudsnuk, K. & Champagne, F.A. (2012). Epigenetic Influence of Stress and the Social Environment. *Institute for Laboratory Animal Research Journal*, 53 (3-4), 279-288.

- Heilman, K.M., Nadeau, S.E. & Beversdorf, D.Q. (2003). Creative innovation: Possible brain mechanisms. *Neurocase*, 9, 369-379.
- Hilton, S.M. (1982). The defence-arousal system and its relevance for circulatory and respiratory control. *The Journal of Experimental Biology*, 100, 159-174.
- Jack, M. (2007). *Fragebogen zur Erfassung von Ressourcen und Selbstmanagementfähigkeiten (FERUS)*. Göttingen: Hogrefe.
- Janis, J.L. (1982). Decision making under stress. In L. Goldberger and S. Brennitz (Eds.) *Handbook of stress: Theoretical and clinical aspects* (pp. 69-80). New York. Free Press.
- Janke, W. & Erdmann, G. (1997), (2008 überarbeitete Version). *Der Streßverarbeitungsfragebogen (SVF 120). Kurzbeschreibung und grundlegende Kennwerte*. Göttingen: Hogrefe.
- Janke, W., Erdmann, G. & Kallus, K. W. (2002). *Stressverarbeitungsfragebogen (SVF mit SVF 120 und SVF 78)*. Göttingen: Hogrefe.
- Joëls, M., Pu, Z., Wiegert, O., Oitzl, M.S. & Krugers, H.J. (2006). Learning under stress: how does it work? *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 152-158.
- Kälin, W. (1994). *Deutsche Übersetzung des COPE von Carver, Scheier und Weintraub, 1989*. Bern. Universität. Institut für Psychologie.
- Kälin, W. (1995). *Drei Fragebögen im Vergleich: Faktorenstruktur, psychometrische Güte und Gemeinsamkeiten des „COPE“, des „Coping Inventory for Stressful Situations“ und des „Ways of Coping Questionnaire“* (unveröffentlichte Lizenziatsarbeit). Bern: Universität, Institut für Psychologie.
- Kälin, W. (1995). *Deutsche 24-Item Kurzform des „Coping Inventory for Stressful Situations“ (CISS) von N. S. Endler and J.D.A. Parker basierend auf der Übersetzung von N. Semmer, F. Tschann and V. Schade* (unveröffentlichter Fragebogen). Bern: Universität, Institut für Psychologie.
- Kaluza, G. (2004). *Stressbewältigung: Trainingsmanual zur psychologischen Gesundheitsförderung*. Heidelberg: Springer.
- Kanfer, F.H., Reinecker, H. & Schmelzer, D. (1996). *Selbstmanagement-Therapie* (2., überarb. Aufl.). Berlin: Springer.
- Karege, F., Perret, G., Bondolfi, G., Schwald, M., Bertschy, G. & Aubry, J.M. (2002). Decreased serum brain-derived neurotrophic factor levels in major depressed patients. *Psychiatry Research*, 109, 143-148.
- Keinan, G. (1987). Decision making under stress. Scanning of alternatives under controllable and uncontrollable threats. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52 (3), 639-644.
- Kelava, A. & Schermelleh-Engel, K. (2012). Latent-State-Trait-Theorie (LST-Theorie). In H. Moosbrugger und A. Kelava (Hrsg.). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. (S. 363-381). Berlin: Springer.
- Kendler, K.S., Gatz, M., Gardner, C.O., Pedersen, N.L. (2006). Personality and major depression: a Swedish longitudinal, population-based twin study. *Archives of General Psychiatry*, 63, 1113-1120.

- Kelly, O., Matheson, K., Martinez, A., Merali, Z. & Anisman, H. (2007). Psychosocial stress evoked by a virtual audience: relation to neuroendocrine activity. *Cyberpsychology and Behavior*, 10 (5), 655-662.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.M. & Hellhammer, D.H. (1993). The Trier Social Stress Test- A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28, 76-81.
- Kosarz, P. Hrabal, V. & Traue, H. C. (1997). Ein Symptom- und Stresstagebuch für chronisch-entzündliche Darmerkrankungen. In P. Kosarz und H. C. Traue (Hrsg.). *Psychosomatik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen* (S. 143-158). Bern: Huber.
- Kotlyar, M., Donahue, C., Thuras, P., Kushner, M.B., O’Gorman, N., Smith, E.A & Adson, D.E. (2008). Physiological response to a speech stressor presented in a virtual reality environment. *Psychophysiology*, 45, 1034-1037.
- Kroll, L.E., Müters, S. & Dragano, N. (2011). *Arbeitsbelastungen und Gesundheit* Hrsg. Robert Koch-Institut Berlin. Abgerufen am 15. Juni 2015: <http://edoc.rki.de/series/gbe-kompakt/2011-10/PDF/10.pdf>.
- Kühn, S. & Gallinat, J. (2013). Gray matter correlates of posttraumatic stress disorder: A quantitative meta-analysis. *Biological Psychiatry*, 73, 70-74.
- Kuhlmann, S., Piel, M. & Wolf, O.T. (2005). Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men. *Journal of Neuroscience*, 25 (11), 2977-2982.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C.D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung*. Weinheim: Beltz.
- Lazarus, R.S. & Cohen, J.B. (1977). Environmental Stress. In I. Altman & J.F. Wohlwill (Eds.). *Human Behavior and Environment*. (Vol. 2, pp. 89-127). New York: Plenum.
- Lazarus, R.S. & DeLongis, A. (1983). Psychological stress and coping in aging. *American Psychologist*, 38, 245-254.
- Lazarus, R.S. & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal and Coping*. New York: Springer.
- Levy, A., Nicholls, A. & Polman, R. (2012). Cognitive Appraisals in Sport: The Direct and Moderating Role of Mental Toughness. *International Journal of Applied Psychology*, 2 (4), 71-76.
- Livak, K. J. (1999). Allelic discrimination using fluorogenic probes and the 5' nuclease assay. *Genetic Analysis* 14, 143-149.
- Lohaus, A., Fleer, B. Freytag, P. & Klein-Hessling, J. (1996). *Fragebogen zur Erhebung von Streßerleben und Streßbewältigung im Kindesalter (SSK)*. Göttingen: Hogrefe.
- Mandl, H., Kopp, B. & Dvorak, S. (2004). *Aktuelle theoretische Ansätze und empirische Befunde im Bereich der Lehr-Lern-Forschung - Schwerpunkt Erwachsenenbildung* - Deutsches Institut für Erwachsenenbildung URL: Abgerufen am 15. Juni 2015: http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-2004/mandl04_01.pdf.

- Mann, J.J. & Currier, D.M. (2010). Stress, genetics and epigenetic effects on the neurobiology of suicidal behavior and depression. *European Psychiatry*, 25 (5), 268-271.
- Martindale, C. & Greenough, J. (1973). The differential effect of increased arousal on creative and intellectual performance. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 123, 329-335.
- Meichenbaum, D. (1977). *Cognitive-behavioral modification*. New York: Plenum.
- Meichenbaum, D. (2003). *Intervention bei Stress: Anwendung und Wirkung des Stressimpfungstrainings*. Bern: Huber.
- Murakami, S., Imbe, H., Morikawa, Y., Kubo, C. & Senba, E. (2005). Chronic stress, as well as acute stress, reduces BDNF mRNA expression in the rat hippocampus but less robustly. *Neuroscience Research*, 53 (2), 129-139.
- Ntoumanis, N., Edmunds, J. & Duda, J.L. (2009). Understanding the coping process from a self-determination theory perspective. *British Journal of Health Psychology*, 14 (2), 249-260.
- Pabst, S., Brand, M. & Wolf, O.T. (2013). Stress effects on framed decisions: there are differences for gains and losses. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7: 142. Abgerufen am 15. Juni 2015: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnbeh.2013.00142/full>.
- Peacock, E. & Wong, P. (1990). The stress appraisal measure (SAM): A multidimensional approach to cognitive appraisal. *Stress Medicine*, 6, 227-236.
- Pittenger, C. & Duman, R.S. (2008). Stress, Depression, and Neuroplasticity: A Convergence of Mechanisms. *Neuropsychopharmacology*, 33, 88-109.
- Rau, R., Gebele, N., Morling, K. & Rösler, U. (2010). Untersuchung arbeitsbedingter Ursachen für das Auftreten von depressiven Störungen. In Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.): *Forschung Projekt F 1865 im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin*.
- Rau, R. & Henkel, D. (2013). Zusammenhang von Arbeitsbelastungen und psychischen Erkrankungen. *Nervenarzt*, 84 (7), 791-798.
- Reichert, M. & Perrez, M. (1993). *Fragebogen zum Umgang mit Belastungen im Verlauf*. (UBV). Bern: Huber.
- Renaud P., Trottier, D., Rouleau, J., Goyette, M., Saumur, C., Boukhalfi, T. & Bouchard, S. (2014). Using immersive virtual reality and anatomically correct computer-generated characters in the forensic assessment of deviant sexual preferences. *Virtual Reality*, 18 (1), 37-47.
- Renner, K.H. & Beversdorf, D.Q. (2010). Effects of naturalistic stressors on cognitive flexibility and working memory task performance. *Neurocase*, 18, 1-8.
- Roesch, S.C. & Rowley, A.A. (2005). Evaluating and developing a multidimensional, dispositional measure of appraisal. *Journal Personality Assessment*, 85 (2), 188-196.
- Rowley, A.A., Roesch, S.C. Jurica, B.J. & Vaughn, A.A. (2005). Developing and validating a stress appraisal measure for minority adolescents. *Journal of Adolescence*, 28 (4), 547-557.

- Scheier, M.F. & Carver, C.S. (1988). A model of behavioral self-regulation: Translating intention into action. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 21, pp. 303-346). New York: Academic Press.
- Schoofs D., Preuß, D. & Wolf, O.T. (2008). Psychosocial stress induces working memory impairments in an n-back paradigm. *Psychoneuroendocrinology*, 33, 643-653.
- Schulz, P., Schlotz, W. & Becker, P. (2004). *Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schwabe, L. & Wolf, O.T. (2009). Stress prompts habit behavior in humans. *Journal of Neuroscience*, 29 (22), 7191-7198.
- Schwarzer, R. (2000). *Stress, Angst und Handlungsregulation (Stress, anxiety and action regulation)*. 4th rev. ed. Stuttgart, Germany: Kohlhammer.
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (1999). *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen*. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Selye, H. (1950). Stress and the General Adaptation Syndrome. *British Medical Journal*, 1 (4667), 1383-1392.
- Smeets, T., Giesbrecht, T., Jelicic, M. & Merckelbach, H. (2007). Context-dependent enhancement of declarative memory performance following acute psychosocial stress. *Biological Psychology*, 76 (1-2), 116-123.
- Sommer, G. & Fydrich, T. (1989). *Soziale Unterstützung. Diagnostik, Konzepte, F-SOZU*. Tübingen: Deutsche Gesellschaft für Verhaltenstherapie.
- Spielberger, C.D. (1972). *Anxiety: Current trends in theory and research*. New York: Academic Press.
- Stressreport Deutschland 2012. (Abgerufen 15. Juni 2015): http://www.baua.de/SharedDocs/Downloads/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd68.pdf?__blob=publicationFile.
- Wittenberg, R. (1998). *Grundlagen computerunterstützter Datenanalyse*. (2. Aufl.) Stuttgart: Lucius and Lucius.
- Yang, Y., Cao, J., Xiong, W., Zhang, J., Zhou, Q., Wei, H., Liang, C., Deng, J., Li, T., Yang, S. & Xu, L. (2003). Both stress experience and age determine the impairment or enhancement effect of stress on spatial memory retrieval. *Journal of Endocrinology*, 178 (1), 45-54.
- Yerkes, R.M. & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.
- Zimbardo, P.G., Gerrig, R.J., Hoppe-Graff, S. & Engel, I. (2003). *Psychologie*. Berlin: Springer.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (1993). *Testbatterie zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen TAP. Version 1.02*. Freiburg: Psytest.

Full title: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Authors: Marcel Delahaye¹, Patrick Lemoine¹, Jürgen Maes², Shanique Cartwright¹, Gunnar Deuring¹, Johannes Beck¹, Marlon Pflueger¹, Marc Graf¹, Henning Hachtel¹,

First and Corresponding Author: Marcel Delahaye¹

¹**Address:** Universitäts Psychiatrische Kliniken (UPK) Basel, Wilhelm Klein Str. 27, 4012 Basel, Switzerland

²Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg

Phone number: ++41 76 450 3052

Fax number: ++41 61 325 5584

Corresponding email: marcel.delahaye@upkbs.ch

Author Disclosure Statement:

The authors state that no competing financial interests exist.

Abstract

Background: Under stressful conditions such as in an emergency situation, efficient information processing is essential for reasonable responses.

Purpose of the Study: Virtual Reality (VR) technology is used to induce stress and to test three main cognitive functions for decision making in stressful situations.

Methods: A VR task was developed to induce stress following the Trier Social Stress Test (TSST) protocol and two VR cognitive performance tests to measure learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility. Participants (N=31) gave a public speech in front of a virtual audience (TSST) and later had to find their way out of different VR labyrinths. The first exercise tested spatial orientation and learning aptitude where participants had to learn aspects of the ground layout and geometric icons had to be identified as correct in order to be able to exit. The second labyrinth tested cognitive flexibility on the background of the Wisconsin Card Sorting Test.

Statistical tests: Correlations were analyzed using Kendall Tau Correlation (One-tailed tests with p set to 0.05 for all analyses). Heart rate (HR) was calculated from the RR time values and averaged across the TSST- speech and the post-stress period. Autonomic nervous system reactivity was defined as the deviation of HR during TSST- speech condition from post-stress baseline measurement. A repeated-measures t-test was used to analyze differences.

Results: The newly developed virtual stress test was successfully adapted from the original TSST. Participants perceived the task as stressful and scored an average of 5.7 points on a 1 - 8 Likert Scale. As a physiological stress parameter, increased heart rates of the participants showed that they were more stressed during the TSST procedure compared to the post-stress period. Also, the subjective stress perception, has a strong correlation with the results of the cognitive tasks performed after the stress induction.

Conclusions: The more a participant experienced the TSST as stressful, the lower their learning aptitude and spatial orientation were found to be at the end of the study. On the other hand, if someone perceived the virtual TSST as "unexpected", as an indicator for a mild stress response, their cognitive flexibility was improved.

Potential Implications: The findings indicate that both, the VR stress induction scenario using TSST, as well as the VR cognitive tests, are a first successful step towards a better ecological validity in neuropsychological testing.

Keywords:

stress, TSST, Virtual Reality, learning aptitude, spatial orientation, cognitive flexibility

Background

Literature analysis has shown (Chaytor and Schmitter-Edgecombe [2003]) that conventional neuropsychological tests have a limitation in predicting everyday cognitive skills and performance. Beside developing Virtual Reality (VR) programs to test cognitive functions of learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility in an innovative way using complimentary 3D-Powerwall software, one major goal of this paper is to demonstrate changes in thinking or cognitive functions and rational decision making under acute stress. The background of the study was the 7th Framework EU Project SAVE ME (Grant agreement no.: 234027). In that project, documented human behavioral patterns in stressful situations had to be identified to develop appropriate guidelines for evacuation planning. A new approach in our study (which was part of the EU project) is that both stress induction as well as cognitive performance tests are given in a VR setting to investigate how stress affects behavior, but using an artificial environment that can still achieve high ecological validity.

Acute stress arises if a subject perceives a self-discrepancy between demands and pressures of the recent past and anticipated demands and pressures of the near future. The focus of our research is on acute rather than chronic stress. In reviewing literature on how acute stress affects cognition and performance, it soon becomes clear that the constellation of factors triggering a stress response differs situationally and individually (Dickerson and Kemeny [2004]; Kaluza [2004]). Mainly these influential factors include intrinsic versus extrinsic motivation, free will versus being forced to act under stress and the physiological state of the participant. The quality of the task itself - is it life-threatening or just a daily hassle, as well as the level of expertise of the participant, the locus of control, or perception of predictability, the participant's coping style and stress vulnerability all affect stress responses. Other

considerations include the participant's vulnerability to stress, the task duration and stressor type. For example, is the stressor noise, heat, time constraints or, psychosocial? A clear deficit in all preceding studies aiming to get a better understanding of how stress influences cognition is the variation of how researchers induced stress. Therefore one of the aims of this study is to create a standardized way of inducing stress. A review of current literature findings are summarized below concerning learning aptitude, spatial orientation, cognitive flexibility and decision making with the common parameter of them all taking place under stress.

Learning aptitude in an acutely stressful situation

Working memory plays an important role in learning aptitude (Chan et al. [2011]) and seems to be less available for retrieving information during periods of stress (Wolf [2006]). Also memory retrieval (Kuhlmann et al. [2005]), verbal episodic memory (Newhouse et al. [2010]), working memory as well as accuracy in an “n-back paradigm” (Schoofs et al. [2008]) are significantly impaired after the Trier Social Stress Test (TSST). Hancock and Warm [1989] induced cognitive stress by increasing room temperature, and describes the effect of this as a form of decreased attention, which has a negative impact on learning aptitude.

In contrast other studies concluded that stress can also facilitate learning and memory processes. Joëls et al. [2006] found that acute stress, induced with different stressors such as the Water-Maze labyrinth, examination stress or other physical stressors, improved memory when the memory acquisition phase and stressor shared the same spatiotemporal context. For example, if there was context-congruency where learning material is associated in time and space with the stressor. Smeets et al. [2007] found that psychosocial stress induced using the TSST, may strengthen the consolidation of memory material when the stressor matches the 'to be learned' material in place and time.

Spatial orientation in an acute stressful situation

Spatial orientation is another aspect that is affected during a stressful situation. Duncko et al. [2007] showed that Cold Pressor Test (CPT) stressed participants performed better in localizing a hidden platform in a virtual navigation Morris water task compared to their non-stressed counterparts. Currently there is a clear lack of knowledge about the role of stress on spatial orientation in humans, as most studies have only been undertaken in animals (Duncko et al. [2007]). Yang et al. [2003] found that in rats, the effect of stress on spatial memory can be switched from impairment to enhancement depending on both the stress experience as well as the age of the subject. De Quervain et al. [1998] showed that stress decreases spatial memory tasks ability during a water-maze in rats when the stressor, electrical foot-shock, was administered 30 minutes before retention testing but had no influence when the electrical foot-shock was administered 2 minutes or 4 hours before testing. Other results on rats showed a throughout decline in spatial orientation after acute cold stress (Stillmann et al. [1998]).

Cognitive flexibility after stress

Cognitive flexibility, which is elementary for problem solving (Beverdors et al. [1999]), is significantly impaired after exposure to psychosocial stress induced by the TSST (Alexander et al. [2007]). Another finding also suggests that auditory stress of 90 dB of white noise impairs cognitive flexibility (Hillier et al. [2006]). Snyder [2013] found that strategy set-shifting performance, which is described as a special form of cognitive flexibility, is reduced in adult rats which were socially and chronically stressed during their adolescence. During that study, stress on the animal was induced with the “resident-intruder paradigm” during which the animal is positioned in the cage of another animal or group of animals of the same species, in a way that permits a non-lethal conflict.

Role of stress on decision-making

According to Baddeley (2012) decision-making can be regarded as a higher level cognitive function, which is composed of the interaction of different basic cognitive components such as visuo-spatial tracking and cognitive flexibility. One general and well documented finding of the interaction between stress and decision-making states that strong emotional stress induces a 'fight or flight' condition, in which perception, learning aptitude, cognitive flexibility and reasoning are affected in a way that enables the individual to react quickly (Cannon [1915]; Hilton [1982]). During the stressful situation, the individual shifts to a simpler mode of information processing and decision making that may help to focus on the threat (Kowalski-Trakofler et al. [2003]). A similar phenomenon is called perceptual tunneling which describes that the peripheral field of attention is decreased and the focus remains primarily on the stressor (Ritter et al. [2007]).

Decision-making appears to be affected by acute stress, in that stressed participants tend to consider more high risk decisions (Pabst et al. [2013]). Entin and Serfaty [1990] tested decision-making skills of military personnel under time constraints in a combat simulation study. Untrained military commanders exhibited difficulty in maintaining an accurate image of tactical situations, and made less effective decisions under conditions of high stress and uncertainty. Also Wickens et al [1989] found that stress that was induced by administering an additional cognitive task during flight simulation for pilots, negatively affected their decision making capacity. Heilman et al. [2003] quotes Martindale and Greenough [1973] that white-noise induced stress lowers the capacity of innovative problem solving. Schwabe and Wolf [2009] showed that when a subject is stressed, they revert to previous ineffective solutions to the same problem at the expense of choosing an unknown but better option available to them. For example, stressed subjects evaluated via the Socially Evaluated Cold-Pressor Test:

SECPT remained significantly longer with a poor choice compared to controls. Farhadbeigia et al [2012] stated that it is not yet understood as to the degree of which different levels of stress impairs decisions.

Collectively, the findings on the effects of acute stress on cognitive functions and decision-making leave it open as to what degree stress enhances or decreases cognitive functions in an emergency situation.

Another problem with the current findings is the low external and ecological validity. As stressors can vary from noise or cold temperatures to psychosocial stress, it remains difficult to generalize conclusions from each individual study. A second point of criticism with respect to ecological validity is that the design in conventional neuropsychological tests is very academic and abstract. For example, subjects may have to learn word lists. Chaytor and Schmitter-Edgecombe [2003] stated that many neuropsychological tests have only a moderate level of ecological validity when predicting everyday cognitive functioning. Chaytor's and Schmitter-Edgecombe's [2003] main argument is that there is only little empirical evidence that the same neuropsychological tests that were developed for clinical diagnosis can be used to evaluate real-world functioning. Chaytor and Schmitter-Edgecombe [2003] introduced the concepts of verisimilitude and veridicality. Verisimilitude is the degree to which the cognitive demands of a neuropsychological test are similar to the cognitive demands in the everyday environment. Veridicality indicates the degree to which an existing test is empirically related to measures of everyday functioning. As both aspects are typically low in existing tests, the conditions for transferring findings to predict cognitive performance in a real stressful emergency situation are suboptimal. With the VR technique, the conditions of a real emergency scenario are able to be artificially simulated but with a feeling of authenticity

(immersion). The participants should experience a situation similar to their being in a real emergency.

The current study has two main goals, one of which is first to test the impact of stress on cognitive functions in a VR setting that feels realistic and authentic on one hand but is standardized and therefore equal for every subject on the other hand. This could be an innovative approach for future cognitive testing and a cost-effective way for stress induction. And the second goal is to acquire a better understanding of the influence of stress on the individual components of decision making including learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility.

Methods

Subjects

31 healthy volunteers (Caucasians; 12 female, 19 male, age 25.1 ± 6.6), all of whom were unrelated individuals of Swiss-German descent, with no clinical psychiatric diagnosis were recruited via flyer for ten weeks at the University of Basel. The text was: "Ever wondered if Virtual Reality can be stressful? Contact us!".

Procedure

- Stress induction using Virtual TSST

Psychosocial stress is used for stress induction. Psychosocial stress, although a specific form of stress, still falls under the general definition of stress from Salas et al. [1996]. It states "stress is a process by which certain work demands evoke an appraisal process in which perceived demands exceed resources and result in undesirable physiological, emotional, cognitive and social changes."

The Trier Social Stress Test (TSST) from Kirschbaum et al. [1993] is a well-known psychological procedure that allows experimenters to induce stress under laboratory conditions. In the Trier Social Stress Test, participants have to deliver a public speech in front of an audience. Originally, actors were used to form this audience and induce social stress. It has been proven that the TSST is an effective tool to induce stress and to stimulate the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis (Dickerson [2004]).

In the present study, a VR adaptation of the TSST was developed. After a two minute preparation, the participants introduce themselves for a 5 minutes period, as though they are in a job interview for a position as a 'Professor for Ethics' or as a 'referee'. Their introduction is based on their educational background. This takes place in a virtual lecture hall in front of a virtual audience. The main focus of the public speech had to be on personal, and not academic strengths. Different studies have already demonstrated that the TSST can also be induced by Virtual Avatars (Fich et al [2014]; Jönsson et al. [2010]; Kelly et al. [2007]). In these studies three avatars (Fich et al [2014]; Jönsson et al. [2010]), and later, five avatars (Kelly et al. [2007]) were used. In the present study, the virtual audience consisted of 80 avatars. The authors chose this high number of avatars to create more stress due to the increased number of people, and to reduce the likelihood that the participants could focus only on one avatar, which they might find non-realistic or even distracting. The avatars in the test were programmed with a 3D-animation technique and their individual level of noise and movement vary following a fixed sequence. To imitate a typical public audience and create a highly immersive experience, expressive faces and natural, precisely chosen gestures were selected for the human avatars. In the beginning, the audience has very little movement and the noise level is low. Towards the end of the experiment, the noise level rises and the avatars start to

move more frequently to increase the stress level. The virtual audience is mixed regarding gender and ethnic groups but for the most part are Caucasian. The test is given in a Virtual Environment (3 sided power wall; size: 3 meters x 1.5 meters each).

Picture 1



Picture 1: Screenshot of the Virtual Audience

- Spatial orientation and learning aptitude test in Virtual Reality (VR)

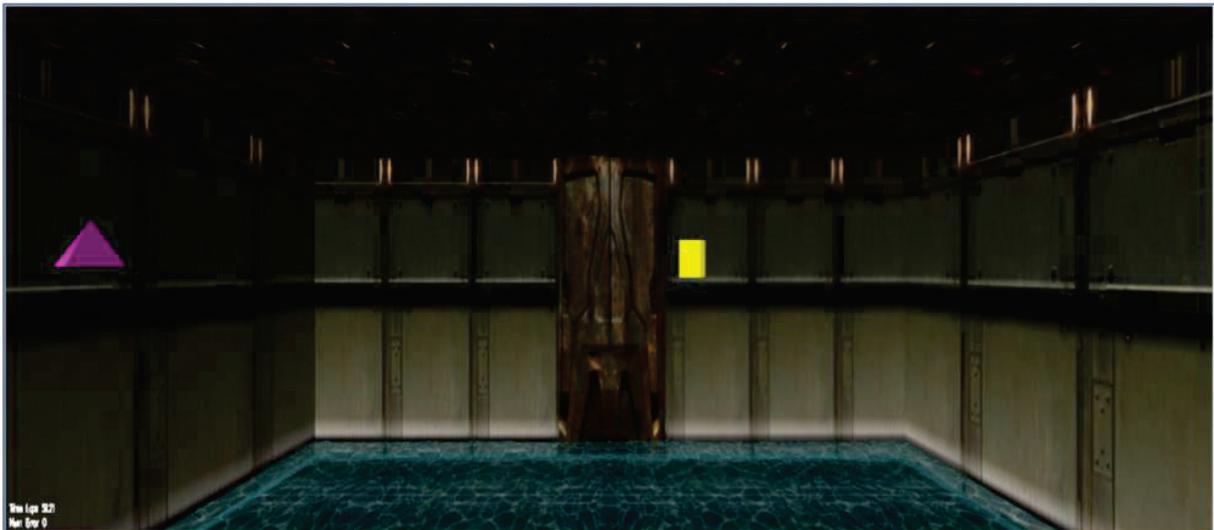
Spatial orientation is the basic process for navigation. It consists of extracting information, forming mental representations, and using that representation for route planning (Darken [1998]). Ruddle et al. [2000] state that particularly for mental representations of space, “cognitive maps” (Howard and Kerst [1981]) can be regarded as essential for navigating a virtual environment. In the current study, two sets of VR cognitive performances tests or labyrinths were developed. In the first cognitive VR test, spatial orientation and learning aptitude were tested. This is referred to as the Memory Labyrinth.

In a pre-test, candidates had to navigate a labyrinth and to find their way out by learning the alleys, crossings and dead ends. As this was found to be too difficult and frustrating,

geometric icons were established as information signs at the doors (see picture 2). Aside from having to learn the alleys, dead ends, etc., participants have to identify which symbol or information sign indicates the correct way out. The task was to identify three of nine correct symbols. Both spatial orientation and learning aptitude were measured in this labyrinth. In order to enhance the stress level and the urgency of fast task completion, virtual water was flooding into in the labyrinth continuously with a loud sound. The water level stopped at 1.40 m, so that no one had the impression that he or she might drown. Before starting, the participants got the following information:

“Find your way out of the labyrinth. 9 different symbols will be presented to you: three different colors and three different shapes, three symbols are correct, six symbols are wrong. The task is to memorize the symbols and find the right way out. Remember: six symbols lead into a blind alley and three show the right way!”

Picture 2



Picture 2: Screenshot of the 'Memory Labyrinth'

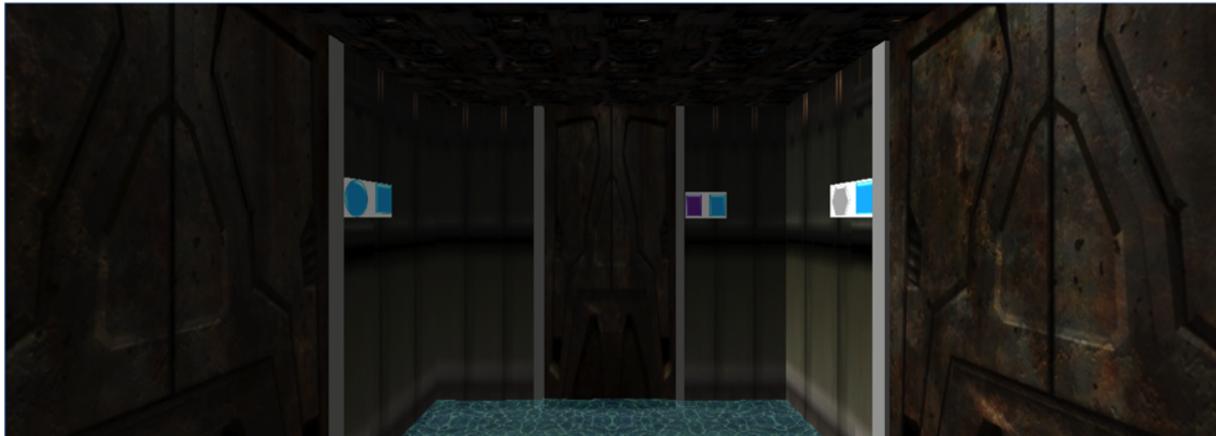
There are different error indices. First, it was automatically counted as an error when a subject opened a door with an already tested and incorrect symbol for a second time. In addition, it

was counted as an error when a previously entered, correct door was passed again in the opposite direction. Walking back without any negative feedback is considered as an indicator of losing orientation in the labyrinth. This error forms the 'loss of orientation' index. In total there were 24 rooms. Every symbol was evenly distributed throughout the test.

- Cognitive flexibility test in Virtual Reality (VR)

The second, newly developed cognitive test measures cognitive flexibility. Based on the Wisconsin Card Sorting Test (Berg [1948]) a labyrinth was constructed to measure cognitive flexibility. Again subjects had to find their way out of a labyrinth by choosing one of three doors to enter the next room. Each door is marked by a different symbol (see picture 3).

Picture 3



Picture 3: Screenshot of the 'Cognitive Flexibility Labyrinth'

The symbols consist of two shapes representing one of four possible, yet equal combinations of color and form: (1) equal color and different form, (2) equal form and different color, (3) equal color and equal form, (4) unequal color and unequal form (in total exist three different shapes and three different colors). The current correct principle was either equal color or equal form and has to be figured out by the participants in order to avoid aversive, negative feedback while moving through the labyrinth. The solution was the following: when the

participants have identified the right criteria (equal color of the symbols - see left door), the 'correct answer' switched after 5 correct trials. So the participants had to decipher that now, the correct answer was 'same form' (see door in the middle). Again, after five correct trials the 'correct answer' switched back to 'same color' followed by another switch after 5 correct choices. The task can be summarized as that after five correct choices in a row, the current principle which is invisible for the subject, changed. Based on the negative feedback, the participant had to deduce the change and determine the new principle. Impaired cognitive flexibility was tested in this paradigm. The respective error is called: 'perseveration error', which means that a subject is sticking to a previously correct response and is unable to learn and adapt to a new concept. Beside this, another error measured was 'arbitrary changes', which means that an individual switches category without negative feedback which implies that they have done so for no reason. Another error index is 'number of rooms' a participant crosses before figuring out the underlying concept for the first time. The error index 'number of concept changes' indicated how often a subject identifies the 'change after 5 correct trials' during the whole test.

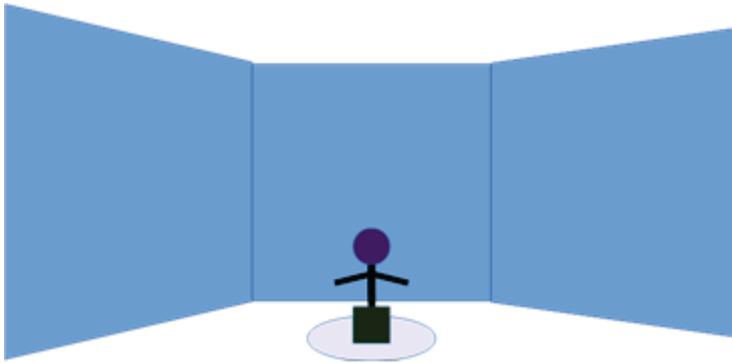
In total there were 40 rooms. There was no fixed ground layout like in the 'Memory Labyrinth'. No matter which door the participants choose, the programmed algorithm generated the next room. Again, the basic idea was to test how long people stick to their 'wrong' criteria even if it was previously shown to be correct, and determine when they start to look for a new solution. Participants received feedback after every door in the form of a red or green flashlight plus positive or negative sounds. The instruction was:

“Please find your way out of the labyrinth! You will receive feedback if you made the right decision after each room.”

- Navigation through the VR labyrinths

The TSST as well as the labyrinths took place in a 3-walled Cave-like system also known as a 3D Powerwall. This is approximately a 3 meter cubed area, with projection screens on the three walls providing a stereo view. Participants were standing approximately 2 meters away from the three screens (see picture 4).

Picture 4:



Picture 4: Schematic view of the projection set-up

The study was carried out with one participant at a time, using a Sony PlayStation[®] for navigation. After 1 - 2 minutes of training in a 'neutral labyrinth' with the game pad, none of the participants showed problems with navigation.

- Subjective Stress level

Stress was measured on a subjective level via paper and pencil questionnaire. Six questions have been developed and given shortly after the presentation of the individual speech in front of the VR auditory (TSST). The first three questions focused on the subjective stress level and the last three on the evaluation of the VR Task. The authors are convinced that rating an event as “unexpected” leads to similar, but weaker, emotional response than rating an event as “stressful” or “exhausting”. The meaning behind the question “unexpected” can be interpreted

as a mild form of stress. The authors also assume that an “unexpected” event could create awareness whereas “stress” might lead towards a stronger reaction. These different aspects of stress (“unexpected”, “stressful” and “exhausting”) are deduced from the model by Lazarus. These three adjectives reflect the chronological order of stress development. The first step in the stress process is that an expectation of an upcoming event is not fulfilled. In this example, it would be that the participants are surprised that they have to give a free speech. If the outcome of this first evaluation process is “unexpected”, a positive or negative surprise effect is triggered which can be regarded as the beginning of stress. The authors as well as the founders of TSST (Kirschbaum et al. [1993]) worked with the assumption that giving a speech is not a stress-free, positive activity for most people. So, rating the event as “unexpected” implies mild stress. Following Lazarus and Folkman [1984], “stress” is the final result of a more elaborated evaluation process. After detecting that an event was unexpected, it has to be clarified if the event is harmful or detrimental to the individual and if enough resources are available to the individual to alleviate the stress. The outcome of this combined evaluation leads to the actual stress reaction. When a situation has been mastered, the individual might feel exhausted if the requirements to alleviate the stressor almost exceeded the capacity of the individual to solve the problem. To sum it up, all three items measure different chronological stages and different levels of intensity of the stress process.

The questions asked are as follows:

- Was the task unexpected?
- Were you stressed?
- Was the task exhausting?
- Did you have a similar feeling as in a lecture auditorium?
- Was the task real?

- Were you content with your public speech?

- Physiological Stress level

A variety of authors have shown that an increasing heart rate in conjunction with other physiological parameters such as perspiration, respiration and blood pressure fluctuations are closely correlated with stress (Healey and Picard [2005]; Bassett et al. [1987]) and can be evoked with the TSST procedure Oldehinkel et al. [2011].

Mean heart rate responses were measured for a pre-stress period of ten minutes duration while the participant began reading a neutral text. They were given a two minute preparation period, the speech task for five minutes, and a post-stress period of ten minutes duration where they returned to reading a neutral text. Heart rate values within each period were averaged to generate the mean.

Consent

Before starting, informed consent was obtained from each participant following the “Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct” according to the American Psychological Association [2010]. Each participant was provided written information that described the purpose of the research, expected duration, and procedures, possible risks, discomfort, adverse effects, and side effects including motion sickness. Also, a description of any benefits to the participant or to others which may reasonably be expected from the research was included. Explanations on confidentiality and limits of the data, as well as the participant’s right to decline to participate and to withdraw from the research once participation has begun were given.

Design

After receiving the permission of the Ethics Committee of the University of Basel (no. 108/10), a first contact with the subjects and exclusion of anyone with severe/acute psychiatric illness occurred. No subject was excluded from the study due to a psychiatric illness. Then the subjects received a date for testing in the VR laboratory in the Psychiatric University Clinic in Basel. After arriving in the clinic, the ECG (Electrocardiogram) recording system was applied to the participants and they began to read a neutral text in order to calm down and get accustomed to the VR environment. Later they received an introduction to TSST (two minutes preparation time). After their performance of a 5 minute public speech, they had to answer the subjective stress questionnaire. Then they had to perform the two different labyrinths starting with the 'Memory Labyrinth' followed by the 'Cognitive Flexibility Labyrinth' (Wisconsin Labyrinth). Two participants left the study due to simulator sickness.

Study procedure for ECG recording

To estimate autonomic nervous system reactivity during the study protocol, a standard three-lead ECG signal was digitally recorded with a sample rate of 1000 Hz employing a BrainAmp ExG bio signal amplifier system (Brain Products, Munich, Germany). Inter-beat-interval times (RR) were derived from the raw digital signal by means of a robust peak detection algorithm, implemented in MATLAB (MathWorks, Inc., Natick MA, USA). Ectopic heart beats and passages of disturbed ECG signal due to movement artifacts were deleted upon visual inspection. The missing RR intervals in the resulting gaps were estimated using a cubic Hermite spline interpolation technique.

Hypothesis

1. The virtual reality environment (public speech) is effective enough to induce stress. The effect shall be documented via subjective evaluation using a questionnaire and via physiological response. During preparation of the TSST phase, the speech task and the two cognitive labyrinth tasks, heart rates should be higher than during post-stress periods.
2. Spatial orientation and learning aptitude will deteriorate under stress. Performance is measured by number of errors in the 'Memory Labyrinth'.
3. Stress impairs cognitive flexibility. Performance is measured by number of errors in the 'Cognitive Flexibility Labyrinth' (Wisconsin Labyrinth).

Statistical Analysis

SPSS 19 has been used to conduct all statistical analyses. Correlations were analyzed using Kendall Tau Correlation. One-tailed tests were performed with p set to 0.05 for all analyses. Heart rate (HR) was calculated from the RR time values and averaged across the TSST-speech and the post-stress period. Autonomic nervous system reactivity was defined as the deviation of HR during TSST- speech condition from post-stress baseline measurement. A repeated-measures t-test was used to analyze differences. As it was an explorative study, so no a priori power analysis has been performed to set sample size.

Results

Part one of hypothesis 1 was confirmed. The virtual stress task, TSST - Trier Social Stress Test, was found to be effective in inducing stress on a subjective level. The average score (on a 1 - 8 Likert scale) for the question “Were you stressed?” was 5.7 and even 7.1 for the question “Was the task unexpected?”. Another finding was that most people considered the

task as real and authentic. The question “Did you have a similar feeling as in a lecture auditorium?” was answered with an average score of 5.3, and the question “Was the task real?” was answered with an average score of 5.8. Interestingly, most people were not satisfied with their speech performance (average 3.6).

Table 1

Questions	Average score	Standard Deviation	Lowest score	Highest score
Was the task exhausting?	5.2	1.57	2	7
Was the task unexpected?	7.1	1.60	4	8
Were you stressed?	5.7	1.36	3	7
Did you have a similar feeling as in a lecture auditorium?	5.3	2.10	1	8
Was the task real?	5.8	2.13	1	8
Were you content with your speech?	3.6	1.87	3	8

Tab.1 Mean scores for subjective measurement of stress and evaluation of the VR Task (1-8 Likert scale)

The second portion of hypothesis 1 was also confirmed. Results showed that the heart rate differed significantly between the post-stress period and the instruction, the preparation and the free speech portions of the experiment. Besides that, participants' heartbeats differed also significantly between the post-stress period and the two labyrinth conditions. This correlates with the participants' objective perception of being stressed during all relevant phases of the study.

Table 2:

	Mean	Std.	T	df	R	Cohen's d
Post-stress period vs:	70.05	9.07				
Instructions for TSST	82.53	14.89	-7.09***	24	0.84	0.81
Preparation time TSST	85.25	16.70	-6.69***	24	0.77	0.91
Free speech TSST	89.17	18.18	-7.17***	24	0.71	1.09
Memory Labyrinth	76.68	12.45	-4.49***	24	0.81	0.56
Wisconsin Labyrinth	73.80	12.00	-3.404***	24	0.90	0.30

(*** p < 0.001, ** p < 0.01, *p < 0.05)

Tab.2 Mean heart rate during post-stress period compared with different TSST phases (T-tests for dependent samples)

Hypothesis 2 was confirmed. There was a significant positive correlation ($r = 0.35$) between question number 3 “Were you stressed?” and the error index 'loss of orientation'. This error indicated that a participant kept ignoring positive and negative feedback in the 'Memory Labyrinth'. So, if participants perceived stress during the free speech, they presented significantly more errors in the 'Memory Labyrinth' ($p < 0.03$) afterwards.

The average error was 23 and it took the participants on average 900 seconds, nearly 15 minutes, to complete the Memory Labyrinth.

Table 3:

Correlation	Exhausted	Unexpected	Stressed	Feeling	Real	Content
Errors in 'Memory Labyrinth'	.17	.03	.35*	.12	.14	-.03

(*** p < 0.001, ** p < 0.01, *p < 0.05)

Tab.3 Correlation between subjective measurement of stress and Error index 'Loss of orientation'

Hypothesis 3 was not confirmed. There was a significant negative correlation ($r = -0.31$) between question number 2 “Was the task unexpected?” and the number of errors in the

Cognitive Flexibility Labyrinth. If a participant stated that the TSST free speech was unexpected, which indicated mild stress, he presented significantly fewer arbitrary category changes in the Cognitive Flexibility Labyrinth ($p < 0.05$.) afterwards. The average error was 12 and it took the participants on average almost 800 seconds or approximately 13 minutes to complete the labyrinth.

Table 4:

Correlation	Exhausted	Unexpected	Stressed	Feeling	Real	Content
Total number of Arbitrary changes in 'Cognitive Flexibility Labyrinth'	-.07	-.31*	-.02	-.13	.14	.17

(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

Tab.4 Correlation between subjective measurement of stress and Error index 'Arbitrary changes'

Discussion

The aim of the study was to test cognitive function and decision making in a stressful situation. Learning aptitude, spatial orientation as well as cognitive flexibility are considered to be basic cognitive functions. These basic components were operationalized by constructing and programming two virtual labyrinths. In the first labyrinth or Memory Labyrinth, the ground or spatial layout of a labyrinth had to be figured out and geometric icons had to be identified. This reflected learning aptitude in that to be successful, the participant had to correctly identify exit signs. In a second virtual labyrinth, the Cognitive Flexibility Labyrinth, cognitive flexibility was tested. Participants had to demonstrate their mental flexibility by identifying the changing concept of the correct exit door. In order to induce stress, the Trier Social Stress Test (TSST) was given as a virtual reality scenario, the free 'job interview' speech in front of 80 avatars. After the speaking portion of the experiment was completed, the

participants were asked if they would describe the experience thus far as “stressful”, “unexpected” or “exhausting”.

The findings suggest that the virtual Trier Social Stress Test was tested successfully to induce stress (Hyp.1). On a 1 - 8 Likert scale, participants reported they were stressed (average score: 5.7). The highest score was 7.1 for the question: “Was the task unexpected?”. The authors are convinced that rating an event as “unexpected” leads to similar, but weaker, emotional response than rating an event as “stressful”.

It was also found that participants regarded the virtual TSST as real and authentic experience, and expressed that they felt present in the VR scenario. The question “Was the task real?” achieved an average score of 5.8 (on a 1-8 Likert scale). The subjects had somehow similar feelings in the virtual lecture hall as being in a real lecture hall. The authors draw the conclusion that for future research, the virtual TSST can be used as a standardized, elegant and cost-effective way to induce psychosocial stress. Subjects had a sufficient feeling of immersion due to the perception of being physically, emotionally and cognitively present in the situation in the virtual lecture hall.

Results also showed that the heart rate differed significantly between the post-stress, instruction, preparation and the free speech periods. This supports that the TSST is not only rated as stressful on a subjective level but also on an objective-physiological level which supports the argument of good external validity.

The second finding was that subjects who experience stress, show a negative cognitive performance for spatial orientation/learning aptitude (hypothesis 2). A positive correlation was found between question number 2: “Were you stressed?” and the error index 'loss of

orientation', which indicates that the participant did not follow a strategy or learned concept. He walked forwards and backwards (using wrong doors for a second time and ignoring right doors). The more often someone rated the TSST as stressful, the worse their orientation in the labyrinth and the higher their number of mistakes. So, stressed participants had worse spatial orientation and learning aptitude than participants who perceive the TSST as less stressful. Using VR Technology, the results suggest that psychosocial stress lowers the capacity for spatial orientation and learning aptitude.

Hypothesis 3 was not confirmed. When participants stated that the TSST was "unexpected", they made fewer 'arbitrary category changes' in cognitive flexibility. This error index reflects the subject's ability to build, test and follow a cognitive concept. As stated earlier, the meaning behind the question "unexpected" can be interpreted as a mild form of stress which could create awareness and enable the individual to react reasonably and in a focused manner. The results suggest that subjects who reported that the TSST was "unexpected" were more activated and more focused on the cognitive flexibility task. This is a clear argument against the finding by Alexander et al. [2007] that stress negatively affects cognitive flexibility.

How can these two results be interpreted? On one hand, in an acutely stress situation where the subject has poor coping skills, the performance for spatial orientation and learning aptitude diminishes and people become demotivated, irrational or even afraid. On the other hand, moderate stress, measured with the question 2 "the task was unexpected", leads to a better performance in cognitive flexibility. The results suggest that different levels of acute psychosocial stressors have individual effects on selected cognitive variables in a normal population. The findings indicate also that both, the VR stress induction scenario using TSST,

as well as the VR cognitive tests, are a first successful step towards a better ecological validity in neuropsychological testing.

Conclusions

The study was set out to explore cognitive functioning under stressful conditions and to enhance the ecological validity of neuropsychological tests. Regarding cognitive functions under stress our results indicate that the ability to learn and apply new information is limited in a stressful situation such as an emergency. For example, this has to be taken into consideration for evacuation planning. Regarding ecological validity, Kang et al. [2008] stated that in order to get a valid impression about the participant's abilities, it is not sufficient to determine the patient's best performance on paper and pencil tests given under ideal conditions in a calm and supportive testing environment. Tests that actually evaluate behaviors and cognitive function in simulated daily activities are needed. There is already existing evidence, aside from our study, that VR can be a solution to improve ecological validity (Chaytor et al. [2006], Renaud et al. [2014]). Although our results are very promising it remains necessary to carry out future studies where the findings from conventional neuropsychological tests as well as accredited stress questionnaires (for example SAM from Peacock and Wong [1990]) are validated with the results of the TSST and the VR labyrinth tests. Further work is also needed to determine if, for example, pre-existing anxiety-related personality traits might interact with induced mental stress to cause changes in learning aptitude, spatial orientation or cognitive flexibility.

List of Abbreviations:

CPT:	Cold Pressor Test
ECG:	Electrocardiogram
HPA:	Hypothalamic-Pituitary-Adrenal
HR:	Heart Rate
RR:	RR is a technical/graphical term reflecting the time between two peak points in an electrocardiogram
SAM:	Stress Appraisal Measure
SECPT:	Socially Evaluated Cold-Pressor Test
TSST:	Trier Social Stress Test
VR:	Virtual Reality

Authors` contribution:

MD carried out the conception and design of the study and tested each subject. He wrote the main part of the article. PL developed and programmed the VR software. SC revised the article and supported the group with her clinical expertise. JM gave his expertise in stress assessment. JB supported to write the Ethical approval and gave support in data gathering and data mining. GD gave his expertise in SPSS statistical program and contributed to the structure of the first cognitive labyrinth test (Memory Labyrinth). MG (head of department) and MP coordinated and supervised the study protocol, the ongoing of the study and the statistical analysis. MP strongly supported the study design focussing on the neuropsychological evidence. HH helped to conceptualize the different cognitive labyrinth tests (especially the second Cognitive Flexibility Labyrinth) and the analysis of the physiological data.

Acknowledgements:

The present work was supported by the European-funded project SAVE ME (System and Actions for Vehicles and transportation hubs to support Disaster Mitigation and Evacuation), 7th Framework programme, Grant Agreement No. 234027.

Competing interests:

The authors declare that they have no competing interests.

References

- Alexander JK, Hillier A, Smith RM, Tivarus ME, Beversdorf DQ: Beta-adrenergic Modulation of Cognitive Flexibility during Stress. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2007, 19 (3): 468-478.
- American Psychological Association (2010). Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct. <http://www.apa.org/ethics/code/principles.pdf>
- Baddeley A: Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology* 2012, 63: 1-29.
- Bassett, JR, Marshall, PM, Spillane R: The physiological measurement of acute stress (public speaking) in bank employees. *International Journal of Psychophysiology* 1987, 5 (4): 265-273.
- Berg EA: A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *The Journal of General Psychology* 1948, 39: 15-22.
- Beversdorf DQ, Hughes JD, Steinberg BA, Lewis LD, Heilman, KM: Noradrenergic modulation of cognitive flexibility in problem solving. *Neuroreport* 1999, 10 (13): 2763-2767.
- Cannon W (1915). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage*. (pp 269-284.) New York: Appleton.
- Delahaye et al.: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Chan E, Skehan P, Gong G: Working memory, phonemic coding ability and foreign language aptitude: potential for construction of specific language aptitude tests - the case of Cantonese. *ILHA Do Desterro* 2011, 60: 34-52.

Chaytor N, Schmitter-Edgecombe M: The Ecological Validity of Neuropsychological Tests: A Review of the Literature on Everyday Cognitive Skills. *Neuropsychology Review* 2003, 13 (4).

Chaytor N, Schmitter-Edgecombe M, Burr, R: Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology* 2006: 21 (3): 217-227.

Darken RP, Allard T, Achille LB: Spatial Orientation and Wayfinding in Large-Scale Virtual Spaces: An Introduction . *Presence* 1998, 7 (2): 101-107.

de Quervain DJ, Roozendaal B, McGaugh JL: Stress and glucocorticoids impair retrieval of long-term spatial memory. *Nature* 1998, 394 (6695): 787-790.

Dickerson SS, Kemeny ME: Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin* 2004, 130 (3): 355-391.

Duncko R, Cornwell B, Cui L, Merikangas KR, Grillon C: Acute exposure to stress improves performance in trace eyeblink conditioning and spatial learning tasks in healthy men. *Learning Memory* 2007, 14 (5): 329-335.

Entin EE, Serfaty D. (1990) *Information gathering and decision making under stress*, NTIS HC A05/MF A01. Technical Report Number ADA218233; AD-E501191; TR-454.

Delahaye et al.: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Farhadbeigia P, Bagherianb F, Banaraki FK: The effect of stress on accuracy and speed of judgment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2012, 32: 49-52.

Fich LB, Jönsson P, Kirkegaard PH, Wallergård M, Garde AH, Hansen A: Can architectural design alter the physiological reaction to psychosocial stress? A virtual TSST experiment. *Physiology & Behavior* 2014, 135: 91-97.

Hancock PA, Warm JA: A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors* 1989, 31: 519-537.

Healey JA., Picard RW: Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors. *IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems* 2005, 6: 156-166.

Heilman, KM, Nadeau SE, Beversdorf DQ: Creative innovation: Possible brain mechanisms. *Neurocase* 2003, 9: 369-379.

Hillier A, Alexander JK, Beversdorf DQ: The Effect of Auditory Stressors on Cognitive Flexibility. *Neurocase* 2006, 12: 228-231.

Hilton SM: The defence-arousal system and its relevance for circulatory and respiratory control. *The Journal of Experimental Biology* 1982, 100: 159-174.

Howard JH, Kerst SM: Memory and perception of cartographic information for familiar and unfamiliar environments. *Human Factors* 1981, 23(4): 495-504.

Delahaye et al.: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Joëls M, Pu Z, Wiegert O, Oitzl MS, Krugers, HJ: Learning under stress: how does it work?
Trends in Cognitive Sciences 2006, 10: 152-158.

Jönsson P, Wallergård M, Osterberg K, Hansen AM, Johansson G, Karlson B: Cardiovascular and cortisol reactivity and habituation to a virtual reality version of the Trier Social Stress Test: a pilot study. *Psychoneuroendocrinology* 2010, 35(9): 1397-1403.

Kaluza G. (2004) Stressbewältigung. *Trainingsmanual zur psychologischen Gesundheitsförderung* (pp 13). Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio.

Kang YJ, Ku J, Han K, Kim SI, Yu TW, Lee JH, Park CI: Development and clinical trial of virtual reality-based cognitive assessment in people with stroke: preliminary study. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking* 2008, 11(3): 329-39.

Kelly O, Matheson K, Martinez A, Merali Z, Anisman H: Psychosocial stress evoked by a virtual audience: relation to neuroendocrine activity. *Cyberpsychology & Behavior* 2007, 10 (5): 655-662.

Kirschbaum C, Pirke KM, Hellhammer DH: The Trier Social Stress Test- A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology* 1993, 28: 76-81.

Delahaye et al.: Learning aptitude, spatial orientation and cognitive flexibility tested in a virtual labyrinth after virtual stress induction

Kowalski-Trakofler KM, Vaught C, Scharf T: Judgment and decision making under stress: an overview for emergency managers. *International Journal of Emergency Management* 2003, 1 (3): 278-289.

Kuhlmann S, Piel M, Wolf OT: Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men. *The Journal of Neuroscience* 2005, 25 (11): 2977-2982.

Lazarus RS, Folkman S (1984). *Stress, Appraisal and Coping*. New York: Springer.

Martindale C, Greenough J: The differential effect of increased arousal on creative and intellectual performance. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development* 1973, 123 (2).

Newhouse PA, Dumas J, Wilkins H, Coderre E, Sites CK, Naylor M, Benkelfat C, Young SN: Estrogen treatment impairs cognitive performance after psychosocial stress and monoamine depletion in postmenopausal women *Menopause* 2010, 17 (4): 860-873.

Oldehinkel AJ, Ormel J, Bosch NM, Bouma E, Van Roon A, Rosmalen JGM, Riese H: Stressed out? Associations between perceived and physiological stress responses in adolescents: The TRAILS study. *Psychophysiology* 2011, 48 (4): 441-452.

Pabst S, Brand M, Wolf OT: Stress effects on framed decisions: there are differences for gains and losses. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 2013, 7: 142. Published online Oct 9, 2013. doi: 10.3389/fnbeh.2013.00142.

Peacock EJ, Wong PTP: The Stress Appraisal Measure (SAM) - a Multidimensional Approach to Cognitive Appraisal. *Stress Medicine* 1990, 6(3): 227-236.

Renaud P, Trottier D, Rouleau J, Goyette M, Saumur C, Boukhalfi T, Bouchard S: Using immersive virtual reality and anatomically correct computer-generated characters in the forensic assessment of deviant sexual preferences. *Virtual Reality* 2014, 18 (1): 37-47.

Ritter FE, Reifers AL, Klein LC, Schoelles M (2007). Lessons from defining theories of stress. In: Gray WD eds. *Integrated Models of Cognitive Systems (IMoCS)*. (pp. 254-262) New York, NY: Oxford University Press.

Ruddle RA, Howes A, Payne SJ, Jones DM: The effects of hyperlinks on navigation in virtual environments. *International Journal of Human Computer Studies* 2000, 53: 551-581.

Salas E, Driskell E, Hughs S. (1996). The study of stress and human performance. In Driskell JE, Salas E, eds. *Stress and Human Performance* (pp. 1-45). Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.

Schoofs D, Preuß D, Wolf OT: Psychosocial stress induces working memory impairments in an n-back paradigm. *Psychoneuroendocrinology* 2008, 33: 643-653.

Schwabe L, Wolf OT: Stress prompts habit behavior in humans. *Journal of Neuroscience* 2009, 29 (22): 7191-7198.

Smeets T, Giesbrecht T, Jelicic M, Merckelbach H: Context-dependent enhancement of declarative memory performance following acute psychosocial stress. *Biological Psychology* 2007, 76 (1-2): 116-123.

Snyder KP (2013): Stress, monoamines, and cognitive flexibility. (Order No. 3609246, University of Pennsylvania). *ProQuest Dissertations and Theses*, 170. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1498135646?accountid=14616>. (1498135646).

Stillman MJ, Shukitt-Hale B, Levy A, Lieberman HR: Spatial memory under acute cold and restraint stress. *Physiology & Behavior* 1998, 64 (5): 605-609.

Wickens, CD, Stokes A, Barnett B, Hyman F. (1989): *The Effects of Stress on Pilot Judgment in a MIDISSimulator (U)*. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory Report No. AAMRL-TR-88-057. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Army Aerospace Medical Research Laboratory.

Wolf OT: Effects of stress hormones on the structure and function of the human brain. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism* 2006, 1: 623-632.

Yang Y, Cao J, Xiong W, Zhang J, Zhou Q, Wei H, Liang C, Deng J, Li T, Yang S, Xu L: Both stress experience and age determine the impairment or enhancement effect of stress on spatial memory retrieval. *Journal of Endocrinology* 2003, 178 (1): 45-54.

Deutsche Übersetzung und Validierung des Stress Appraisal Measure (SAM)

German Translation and Validation of the Stress Appraisal Measure (SAM)

Autoren

M. Delahaye¹, R. D. Stieglitz², M. Graf¹, C. Keppler¹, J. Maes³, M. Pflueger¹

Institute

¹ Forensisch-Psychiatrische Klinik, Universität Basel, Universitäre Psychiatrische Kliniken, Basel

² Psychiatrie und Psychotherapie, Universitäre Psychiatrische Kliniken, Basel

³ Psychologie, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg/München

Schlüsselwörter

- Stress
- Messung
- Fragebogen
- Deutsche Validierung

Key words

- stress
- measurement
- questionnaire
- German-language validation

Zusammenfassung



Ziel der Studie: In der vorliegenden Studie wurden eine Übersetzung und eine deutschsprachige Validierung des Stress Appraisal Measure (SAM) von Peacock und Wong an einer studentischen Stichprobe vorgenommen. Der SAM ist ein vergleichsweise kurzer Fragebogen (28 Items) zur Bewertung eines aktuellen, stressauslösenden Ereignisses. Den theoretischen Hintergrund lieferte das Stressmodell von Lazarus und Folkman.

Methodik: Bei 85 Studenten (Durchschnittsalter: 23; 59 Frauen, 26 Männer; Rücklaufquote: 42%) wurde anhand von kurzen Imaginationsgeschichten Stress induziert, und anschließend sollte der SAM ausgefüllt werden. Zunächst wurde die stressauslösende Wirkung der Imaginationsgeschichten geprüft. Als weiterer statistischer Analyseschritt wurden eine Faktorenanalyse sowie die Bestimmung der internen Konsistenzen der sieben SAM-Skalen durchgeführt. Außerdem wurde die konvergente Validität des SAM zum State and Trait Anxiety Inventory (STAI), zum Coping Inventory for Stressful Situations (CISS) und zu spezifischen Emotionskalen mittels Pearson-Produkt-Moment-Korrelation ermittelt.

Ergebnisse: Eine stressinduzierende Wirkung der Imaginationsgeschichten konnte nachgewiesen werden. Die Faktorenstruktur, die internen Konsistenzen der einzelnen Skalen sowie die konvergente Validität des SAM aus der ursprünglichen Studie konnten in der vorliegenden deutschen Version in großen Teilen repliziert werden. Einzelne Items (besonders des fünften Faktors) luden allerdings auf anderen Faktoren als bei der Studie von Peacock und Wong.

Schlussfolgerung: Der SAM könnte nun auch in deutscher Sprache eingesetzt werden.

Abstract



Objective: In the present study, the German-language version of the Stress Appraisal Measure (SAM) by Peacock and Wong was validated in a student population. SAM is a relatively short questionnaire (28 items) that evaluates a current, stress-triggering event. The theoretical background is provided by the stress model of Lazarus and Folkman.

Method: 85 students (age: 23; 59 female, 26 male) were exposed to two stress scenarios in order to test whether they were suited to provoke stress. A factor analysis was performed and the internal consistency of the seven SAM scales was determined. In addition, the convergent validity of SAM with State and Trait Anxiety Inventory (STAI), Coping Inventory for Stressful Situations (CISS) and specific emotion scales was investigated via Pearson's product-moment correlation.

Results: The two stress scenarios were suited to evoke stress. The factor structure and the internal consistency of the individual scales, as well as the convergent validity of SAM were replicated with minor limitations in the present German version. Some items (especially from the fifth factor) were only replicated partially.

Conclusion: SAM can also be employed in the German language version.

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1399727>
 Fortschr Neurol Psychiatr 2015; 83: 276–285 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 0720-4299

Korrespondenzadresse

Marcel Delahaye
 Forensik, UPK Basel
 Wilhelm Klein-Str. 27
 4052 Basel
 marcel.delahaye@upkbs.ch

Einleitung

Zur Erfassung und Verarbeitung von Stresserleben werden häufig Fragebögen eingesetzt (z. B. COPE [1], PASA [2], FERUS [3], SVF-120 [4], TICS [5]). In diesem Artikel soll der Fragebogen Stress Appraisal Measure (SAM) von Peacock und Wong [6] vorgestellt, übersetzt und in deutscher Sprache validiert werden.

Der wesentliche Grund für die Übersetzung und Validierung des SAM war das Fehlen eines theoriegeleiteten, kurzen, deutschsprachigen Stressfragebogens, der auf ein aktuelles Lebensereignis fokussiert und bei dem die Einschätzung der Kontrollmöglichkeiten klar unterteilt ist. Im Vergleich mit anderen Stresserfassungsinstrumenten überzeugte der SAM für diesen Einsatz am meisten, da viele andere Fragebögen entweder einen längeren Zeitraum, bzw. generelle Copingstile (z. B. TICS [5], SVF 120 [4]) oder eher Handlungsstrategien (z. B. CISS [8], COPE [1]) messen. Beim SAM steht die Erfassung von aktuell stattfindenden, kognitiven Verarbeitungsmechanismen bei akutem Stress im Vordergrund. Peacock und Wong [1] sprachen in diesem Zusammenhang von antizipatorischem Stress. Beim SAM überzeugte die klare, systematische und theoriegeleitete Operationalisierung der Items nach der Theorie von Lazarus und Folkman [7]. Außerdem ist die genauere Aufteilung der Kontrollattributionen (z. B. im Gegensatz zum PASA [4]) hervorzuheben.

Die Autoren sehen als Einsatzgebiet für den SAM beispielsweise das Stressimpfungstraining sensu D. Meichenbaum (Stress inoculation training) [9]. So könnten im Rahmen des Stressmanagementtrainings etwa die Lernfortschritte der Teilnehmer in den einzelnen Phasen (Informations-, Übungs- und Anwendungsphase) mittels SAM bewertet werden. Beispielsweise könnten vor und nach dem Erlernen der einzelnen Phasen Stress hervorrufende Ereignisse mittels SAM bewertet werden. Ein weiteres Einsatzgebiet lässt sich aus der Studie von Levy [10] bei Sportlern ableiten. So lautete die zentrale Aussage, dass die mentale Stärke eines Athleten enormen Einfluss darauf hat, ob ein Wettkampf als Herausforderung oder Bedrohung erlebt wird. Hier könnte der SAM etwa dazu dienen, die Änderung des mentalen Reifungsprozesses eines Athleten während der Vorbereitung auf den Wettkampf zu dokumentieren.

Als Grundlage zur Testkonstruktion zur Messung von „Stress“ bzw. „Stressverarbeitung“ werden je nach Autor eine oder mehrere Theorien herangezogen. Gängige Stresstheorien sind das salutogenetische Modell von Antonovsky [11, 12], das Selbstmanagementkonzept von Kanfer, Reinecker und Schmelzer [13], die Theorie der Selbstwirksamkeit von Bandura [14], die Depressionstheorie von Beck [15], das Modell zur sozialen Unterstützung nach Sommer und Fydrich [16], die Theorie der Ressourcenerhaltung nach Hobfoll und Buchwald [17] sowie das „Model of behavioral Self regulation“ von Carver und Scheier [18]. Das kognitiv-transaktionale Stressmodell von Lazarus und Folkman [7] ist sicherlich eines der gebräuchlichsten in der Stressforschung und wird nach wie vor erfolgreich angewendet [19, 20].

Sowohl für den SAM [6] als auch für zahlreiche andere Stresstests war diese Theorie Grundlage der Testkonstruktion (CISS [8], COPE [1], SVF 120 [4], PASA [2]). Auch eines der bekanntesten Interventions- und Präventionsprogramme bezüglich Stress, nämlich das Stressimpfungstraining von Meichenbaum [21], baut auf der Theorie von Lazarus und Folkman [7] auf.

Lazarus und Folkman [7] teilten die Reaktionen eines Menschen auf Ereignisse, die sein inneres Gleichgewicht stören, in primäre und sekundäre kognitive Bewertungen (primary and secondary appraisal) ein. Unter einer kognitiven Bewertung (appraisal)

werden generell Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesse einer Situation verstanden. Um nun eine Situation als stressvoll einzustufen, werden nach Lazarus und Folkman zwei kognitive Bewertungsprozesse durchlaufen. Das primary appraisal meint die Einschätzung einer Situation entweder als gefährlich, angenehm oder irrelevant. Unter secondary appraisal wird die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten verstanden, dieses Ereignis zu kontrollieren und zu bewältigen. Stress entsteht, wenn das Ergebnis des ersten Bewertungsschritts gefährlich lautet und das des zweiten Schritts, dass die zur Verfügung stehenden eigenen Ressourcen und Kontrollkompetenzen nicht ausreichen, um eine potenzielle Bedrohung zu bewältigen.

Peacock und Wong [6] versuchten in ihrem Test die beiden kognitiven Prozesse (primary und secondary appraisal) zu operationalisieren. Sie führten insgesamt drei Studien durch. In der ersten Studie, bei der 100 Psychologiestudenten ihr Stresserleben im Hinblick auf ein bevorstehendes Examen einschätzen sollten, erfolgte die Itemauswahl (28 Items) für den SAM. In dieser Studie wurden aus 37 Items diejenigen mit der höchsten Skalenkorelation für die von Peacock und Wong [6] zuvor theoretisch ausgewählten sieben Skalen gewählt. Die Skalen für das primary appraisal lauteten Bedrohung (threat), Herausforderung (challenge) und Bedeutsamkeit (centrality) und die Skalen für das secondary appraisal waren eigene Kontrolle (controllable by self), Kontrolle durch andere (controllable by others) und Unkontrollierbarkeit (uncontrollable). Außerdem wurde eine übergeordnete Skala generelles Stressempfinden (stressfulness) gebildet. Der SAM besteht also aus einer Skala zur Messung von allgemeinem Stress und aus sechs Skalen zur Erfassung spezifischer kognitiver Bewertungen. Peacock und Wong [6] identifizierten jeweils vier Items pro Skala. Jedes Item konnte auf einer fünfstufigen Likertskala (1 = stimme überhaupt nicht zu, 5 = stimme voll und ganz zu) beantwortet werden.

In der zweiten und dritten Studie von Peacock und Wong [6] wurde der eigentliche SAM eingesetzt, und es wurden jeweils Faktorenanalysen gerechnet. Das Ergebnis der zweiten Studie, bei der Stressinduktionsgeschichten eingesetzt wurden, waren fünf Faktoren, und das Ergebnis der dritten Studie, bei der die Angst vor einem bevorstehenden Examen bewertet werden sollte, war eine sechsfaktorielle Lösung. Fokus der vorliegenden Arbeit war die zweite Studie, da ebenfalls stressauslösende Imaginationsszenarien benutzt wurden, um akuten Stress zu erzeugen. Diese wurden von Peacock und Wong [6] allerdings nicht in ihrem genauen Wortlaut veröffentlicht.

Methodik

Neben der Übersetzung sollten Reliabilität und Validität des SAM (erneut) geprüft werden. Dieses Vorgehen empfiehlt sich vor dem Einsatz eines übersetzten fremdsprachigen Fragebogens. Der SAM wurde also zunächst übersetzt und dann mit einer deutschsprachigen Stichprobe erneut validiert. Ziel war es, sowohl die Faktorenstruktur als auch die internen Konsistenzen analog zu Peacock und Wong [6] zu replizieren und eine zufriedenstellende konvergente Validität nachzuweisen.

Design

Übersetzung: Die 28 Items des ursprünglichen SAM wurden für unsere Studie zunächst von einem professionellen Übersetzer vom Englischen ins Deutsche übersetzt (Anhang 1). Anschließend wurde von einem weiteren Übersetzungsbüro eine Rück-

übersetzung vom Deutschen ins Englische durchgeführt, um zu überprüfen, ob eine Abweichung zwischen der Originalversion von Peacock und Wong [6] und der Rückübersetzung vom Deutschen ins Englische vorlag. Die beiden englischen Versionen (das Original von Peacock und Wong und die vom zweiten Übersetzungsbüro rückübersetzte Version) wichen nur sehr geringfügig voneinander ab, was als Nachweis dafür gelten kann, dass die deutsche der englischen Version semantisch entspricht.

Stressinduktion: Zur Stressinduktion wurden in Anlehnung an die von den Autoren genannten Themen in ihrer zweiten Studie zwei Imaginationsgeschichten mit unterschiedlicher Stressintensität und unterschiedlichen Einflussmöglichkeiten konstruiert (Anhang 2 und 3). Bei einer der Imaginationsgeschichten ging es um die Absage eines nicht zum Lebensunterhalt notwendigen Zusatzjobs (JOB) und bei der anderen um die Mitteilung, sich möglicherweise mit HIV infiziert zu haben (HIV). Peacock und Wong [6] nahmen an, dass die Situationen im Hinblick auf ihre Kontrollierbarkeit und ihren Schweregrad von den Probanden unterschiedlich wahrgenommen werden. Es wurde also ein ein-faktorielles Prä-Post-Design angewendet. Der Faktor Stressinduktion enthielt zwei Stufen (HIV- bzw. JOB-Imaginationsgeschichte). Die Teilnehmer erhielten als Stressauslöser jeweils eine der beiden Imaginationsgeschichten.

Validierung: Im Gegensatz zu Peacock und Wong [6], die in ihrer Originalstudie Instrumente zur Messung von „psychological symptoms“ sowie „dysphoric mood“ einsetzten, wurden in unserer Studie deutsche Verfahren gewählt, die sich inhaltlich stärker an akute Stressmessung anlehnen und als etablierte Validierungsinstrumente in ähnlichen Studien eingesetzt wurden

[22–24]. Zur Bestimmung der konvergenten sowie diskriminanten Validität wurden der CISS (Coping Inventory for Stressful Situations [8]), der STAI (State-Trait-Angstinventar [25]) sowie fünf Einzelitems mit Augenscheinvalidität zur Messung spezifischer Emotionen eingesetzt. Die Reihenfolge der Fragebögen ergab sich wie in **Tab. 1** beschrieben.

Der CISS misst im Unterschied zum SAM zwar nicht aktuelles Erleben (states), sondern generelle, zeitlich überdauernde Dispositionen zur Stressverarbeitung (traits). Dennoch ist der CISS als Validierungsinstrument geeignet, da sich die situationsspezifischen states (wie im SAM gemessen) aus konsistenten, zeitlich überdauernden, typischen Stress-Reaktionsmustern (den traits) ableiten lassen (wie beim CISS gemessen). Die Grundlage zu dieser Annahme bildete die Latent-State-Trait-Theorie von Kelava und Schermelleh-Engel [26].

Der Einsatz des STAI als zweites Validierungsinstrument lag darin begründet, dass Angst inhaltlich einem intensiven negativen Stresserleben nahesteht, obwohl Stress emotional facettenreicher ist. In der Definition der APA (American Psychological Association) besteht akuter Stress emotional aus einer Kombination aus Wut bzw. Reizbarkeit, Depression und vor allem aus Angst [27].

Messinstrumente

CISS: Die deutsche Version des CISS nach Kälin [8] besteht aus 33 Items, denen auf einer fünfstufigen Likertskala (von 1 = „sehr untypisch“ bis 5 = „sehr typisch“) zugestimmt werden kann. Zur Auswertung werden nach Kälin (1995) die Skalenmittelwerte gebildet. Der CISS besteht aus einer Skala zum emotionsorientierten Coping, bei dem die Einschätzung stressauslösender Gefühle

	Faktorladungen				
	I	II	III	IV	V
<i>SAM-Skala Bedrohung (threat)</i>					
Bedrohliche Situation (SAM 20)	0,88				
Ängstlich (SAM 5)	0,74				
Negatives Ende (SAM 11)	0,60				
Negative Auswirkungen (SAM 28)	0,82				
<i>SAM-Skala Bedeutsamkeit (centrality)</i>					
Wichtigkeit (SAM 6)	0,85				
Auswirkung (SAM 9)	0,62				
Gravierende Folgen (SAM 13)	0,85				
Langfristige Folgen (SAM 27)	0,89				
<i>SAM-Skala Eigene Kontrolle (controllable by self)</i>					
Eigene Fähigkeiten (SAM 12)		0,80			
Eigenes Können (SAM 14)		0,72			
Problemlösekompetenz (SAM 22)		0,67			
Nötige Fertigkeiten (SAM 25)		0,75			
<i>SAM-Skala Kontrolle durch andere (controllable by others)</i>					
Sich an andere wenden (SAM 4)			0,86		
Verfügbare Hilfe (SAM 15)			0,75		
Genügend Ressourcen (SAM 17)			0,51		
Unterstützendes Umfeld (SAM 23)			0,86		
<i>SAM-Skala Unkontrollierbarkeit (uncontrollable)</i>					
Völlige Hoffnungslosigkeit (SAM 1)	0,52				
Unkontrollierbares Ende (SAM 3)				0,65	
Ohne jeglichen Einfluss (SAM 18)				0,80	
Unlösbar (SAM 21)				0,66	
<i>SAM-Skala Herausforderung (challenge)</i>					
Positive Auswirkung (SAM 7)					0,85
Ehrgeiz (SAM 8)		0,69			
Macht stärker/härtet ab (SAM 10)					0,76
Aufregung (SAM 19)	0,73				

Tab. 1 PCA: Faktorenstruktur sowie Faktorladungen des SAM (nur Ladungen $\geq 0,50$) geordnet nach ursprünglichen SAM-Skalen.

im Vordergrund steht, und zum anderen aus einer Skala zum aufgabenorientierten Coping, bei dem der Fokus auf der Bewältigung der Aufgabe liegt.

STAI: Aus dem STAI sollte in unserer Studie lediglich die Zustandsskala (State-Angst) mit dem Global Score verwendet werden. Der Global Score im STAI gibt das aktuelle Angstniveau als Mittelwert aus 20 Items an.

Messung spezifischer Emotionen: Es wurden drei numerische Ratingskalen vorgegeben, auf denen die aktuelle Intensität der Emotionen Angst, Freude und Entspannung mit einem Wert zwischen 1 (überhaupt nicht) bis 7 (sehr) angegeben werden konnte. Die drei Emotionen sollten wie auch der CISS und der STAI jeweils vor und nach dem Lesen der Stressinduktionsgeschichte bearbeitet werden.

Die Variablen wurden in folgender Reihenfolge im Fragebogen vorgegeben: Demografische Daten (Alter, Geschlecht, Zivilstand, Ausbildung), STAI, Spezifische Emotionsskalen, CISS, jeweiliges Stressinduktionszenarium, STAI, Spezifische Emotionsskalen, SAM, CISS.

Studienteilnehmer

Nach der Genehmigung zur Durchführung der Studie durch die Ethikkommission der Universität Basel (Prüfnummer EK: 10/11 vom 11. Jan. 2011) erfolgte die Rekrutierung der Teilnehmer durch Verteilung der Fragebögen in einer Vorlesung für Jura- und Psychologiestudierende. Es wurden ca. 200 Fragebögen verteilt, von denen N = 85 (42,5 % Rücklauf) zurückgesendet wurden. Der geringe Rücklauf ist eventuell darauf zurückzuführen, dass der Fragebogen vor einer Klausur verteilt wurde und die Teilnehmer den Fragebogen mit nach Hause nehmen, in ihrer Freizeit ausfüllen und zurücksenden sollten. Insgesamt haben N = 59 Frauen und N = 26 Männer die Fragebögen bearbeitet. Das Durchschnittsalter der Frauen lag bei 22 und das der Männer bei 23 Jahren. Von den zurückgesendeten Fragebögen entfielen 50 (37 Frauen/13 Männer) auf die Variante HIV-Infektionsgeschichte und 35 Fragebögen (21 Frauen/14 Männer) auf die Variante Arbeitsplatzgeschichte als stressauslösende Bedingung. Alle Fragebögen gingen in die Auswertung ein.

Hypothesen

1. Die Imaginationsgeschichten lösen Stress aus. Eine Überprüfung erfolgte über einen Vergleich der Vorher-Nachher-Mittelwerte im STAI.
2. Die Faktorenstruktur des deutschsprachigen SAM entspricht der des Originalinstruments. Kriterium war wie bei Peacock und Wong [6] ein Eigenwert über 1.
3. Die internen Konsistenzen sind mit denen des Originalinstruments vergleichbar.
4. Die sechs kognitiven Bewertungsskalen des SAM sind geeignet, um das Ausmaß an generellem Stressempfinden (stressfulness) aufzuklären. Die Hypothese wurde mittels Regressionsanalyse überprüft. Als Referenzwert sollten die Ergebnisse von Peacock und Wong [6] dienen, bei denen ein $R^2 = 0,60$ mittels der Prädiktoren Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) aufgeklärt werden konnte.
5. Der SAM eignet sich, um Stress differenziert zu erfassen. Da die beiden Szenarien sich gravierend in ihrer Intensität und existenziellen Bedeutung unterscheiden, würden Unterschiede im SAM für dessen Validität sprechen. Eine Überprüfung erfolgte über Mittelwertvergleiche der SAM-Skalen.
6. Der SAM verfügt über eine gute konvergente und diskriminante Validität. Aus konzeptlogischen Gründen sollten sich

positive Korrelationen mit inhaltlich nahen Skalen (z. B. STAI) sowie negative Korrelationen mit konträren Zuständen (Freude, Entspannung) in der entsprechenden Richtung ergeben.

Die entsprechenden Korrelationen sollten nach der Einteilung von Brosius mindestens im mittleren Bereich liegen (d. h. $0,4 < r < 0,6$) [28].

Statistische Auswertung

Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden dieselben statistischen Verfahren wie bei Peacock und Wong [6] angewendet. Alle zurückgesendeten Fragebögen wurden in die Auswertung miteinbezogen. Analyseprogramm war die „R-Statistische Rechenumgebung“ [29].

Wesentlich für die Validierung des SAM war die Überprüfung, ob die Stressszenarien überhaupt Stress auslösten. Dafür wurde im ersten Schritt der Global Score des STAI verwendet. Als statistisches Verfahren wurde eine Devianzanalyse auf der Basis eines gemischten linearen Modells gerechnet.

Im dritten Auswertungsschritt sollte die Faktorenstruktur ermittelt werden. Es wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) mit Varimax-Rotation gerechnet. Vorab wurde eine konfirmatorische Faktorenanalyse gerechnet.

In einem vierten Schritt wurden die internen Konsistenzen der sieben SAM-Skalen mittels Cronbachs α bestimmt.

In einem weiteren Analyseschritt sollte in einer schrittweisen Regression das generelle Stressempfinden (Kriterium) vorhergesagt werden. Ziel war es, relevante Prädiktoren aus dem primary und secondary appraisal zur Stressentstehung zu ermitteln. Es wurde neben den Prädiktoren der Originalstudie (sechs SAM-Skalen) der Faktor Stressinduktionsgeschichte mit den Ausprägungen JOB AIDS ausgewählt. Grund für die Auswahl der Prädiktoren war die Nähe zum Modell von Lazarus. Außerdem wurde die Art des Stressors (Stressinduktionsgeschichte) als wesentlich für das Stresserleben erachtet. Als Interaktionseffekte wurden lediglich Interaktionen zwischen Stressinduktionsgeschichten und den sechs SAM-Variablen zugelassen. Vor dem Rechnen der Regression sollte eine Multikollinearitätsanalyse durchgeführt werden. Eine sukzessive Elimination von Variablen mit maximalem Variance Inflation Factor (VIF) sollte so lange erfolgen, bis der VIF-Wert für alle verbliebenen Modellvariablen < 7 war [30]. Anschließend erfolgte eine weitere Variablenelimination durch Kreuzvalidierung, bis das Modell mit dem kleinsten Prädiktionsfehler gefunden war. Ziel der Regressionsanalyse ist ein möglichst knappes Modell mit einem maximalen Vorhersagewert.

Um die Sensitivität des SAM zu überprüfen, wurden mittels t-Tests die Mittelwerte der SAM-Skalen für die beiden Szenarien verglichen.

Abschließend wurde die konvergente Validität des SAM anhand der Korrelationen mit STAI, CISS und den Emotionsskalen mittels Pearson-Produkt-Moment-Korrelation ermittelt.

Ergebnisse

▼ Überprüfung der stressauslösenden Wirkung der beiden Stressszenarien

Mittels Devianzanalyse ließ sich feststellen, dass der Mittelwert im Global Score des STAI nach dem Lesen des stressauslösenden Szenariums signifikant anstieg (für das Szenarium HIV von 36,1 auf 61,1 und für das Szenarium JOB von 35,1 auf 51,2). Die Probanden beurteilten sich nach der Stressinduktion verängstigter als zuvor ($\chi^2 = 37,1$, $df = 1$; $p < 0,001$). Außerdem wurde eine Job-

Tab. 2 Interkorrelationen der A-priori-Skalen von Peacock und Wong.

	Herausforderung	Bedeutsamkeit	Eigene Kontrolle	Kontrolle durch andere	Unkontrollierbarkeit	Generelles Stressempfinden
Bedrohung	0,29	0,85	-0,51	0,01	0,52	0,76
Herausforderung		0,35	0,26	0,39	-0,09	0,46
Bedeutsamkeit			-0,45	0,11	0,46	0,74
Eigene Kontrolle				0,43	-0,46	-0,34
Kontrolle durch andere					-0,21	0,04
Unkontrollierbarkeit						0,41

absage als weniger angstausslösend erlebt als die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben (Interaktion: Zeitpunkt \times Art der Stressgeschichte: $\chi^2=6,6$, $df=1$; $p<0,001$). Das unterschiedliche Ausgangsniveau der Angst war zwar numerisch unterschiedlich, aber statistisch nicht signifikant ($\chi^2=0,3$, $df=1$; $p=0,608$).

Faktorenstruktur sowie Faktorladungen des SAM

Das Ergebnis der vorab gerechneten konfirmatorischen Faktorenanalyse war unbefriedigend. Faktor fünf konnte nicht repliziert werden. Die Minimum Function Test Statistic der konfirmatorischen Faktorenanalyse ergab einen Chi-Square-Wert von 536,17 ($Df=228$; p -value $<0,001$). Aus einer exploratorischen Hauptkomponentenanalyse (PCA) mit Varimax-Rotation resultierte eine fünffaktorielle Lösung (Kriterium war Eigenwert größer 1) (Tab. 1).

Der erste Faktor (Eigenwert: 8,14) umfasste die beiden Skalen Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality). Der Faktor fasste also zwei der drei Skalen zum primary appraisal zusammen. Insgesamt luden 10 Items mit ausreichend hohen Faktorladungen (zwischen 0,60 und 0,89) auf dem Faktor. Auf dem ersten Faktor luden neben den acht Items der Skalen Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) außerdem das Item 1 völlige Hoffnungslosigkeit (0,52) sowie Item 19 Aufregung (0,73).

Auf dem zweiten Faktor eigene Kontrolle (controllable by self) luden alle vier Ursprungsitems sowie Item 8 Ehrgeiz (0,69) (Eigenwert von 4,26).

Der dritte Faktor (Eigenwert: 1,74) lautete Kontrolle durch andere (controllable by others), und alle vier diesbezüglichen Items luden auf diesem Faktor.

Der vierte Faktor bildete inhaltlich Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) ab (Eigenwert: 1,45). Drei Items luden mit Faktorladungen von 0,65 bis 0,80 auf diesem Faktor. Wie bereits beschrieben, fiel das erste Item völlige Hoffnungslosigkeit auf den ersten, kombinierten Faktor Bedrohung-Bedeutsamkeit (0,52).

Der fünfte Faktor (Eigenwert von 1,13) Herausforderung (challenge) bestand in unserer Analyse lediglich aus den beiden Items 7 positive Auswirkung (0,85) und Item 10 macht stärker (0,76).

Interne Konsistenzen der Skalen (wie von Peacock und Wong [6] festgelegt)

Als nächstes sollten die internen Konsistenzen, d. h. die Reliabilität der einzelnen Skalen, berechnet werden, wie sie von Peacock und Wong [6] mit jeweils vier Items ursprünglich festgelegt wurden. In Klammern wird der von Peacock und Wong [1] ermittelte Wert angegeben. Die Skala Bedeutsamkeit (centrality) hatte mit einem α -Wert von 0,90 (0,86) die höchste interne Konsistenz. Darauf folgten eigene Kontrolle (controllable by self) mit einem α -Wert von 0,86 (0,85), Bedrohung (threat) mit einem α -Wert von 0,84 (0,71), Kontrolle durch andere (controllable by others) mit einem α -Wert von 0,82 (0,84), Unkontrollierbarkeit (un-

controllable) mit einem α -Wert von 0,73 (0,63). Die Skala Herausforderung (challenge) hatte einen α -Wert von 0,57 (0,73). Generelles Stressempfinden (stressfulness) hatte eine interne Konsistenz von 0,75 (0,78).

Bildete man die Skalen nach der Vorgabe von Peacock und Wong [6], so sprachen die Interkorrelationen nicht in allen Fällen für eine relative Unabhängigkeit der Skalen. So ist zum einen die Korrelation von 0,85 zwischen den Skalen Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) zu nennen, deren Items, wie bereits beschrieben, auf dem gleichen Faktor luden. Ebenso zeigten aber auch andere SAM-Skalen zum Teil mittelhohe Skaleninterkorrelationen [28]. Die maximale gemeinsame Varianz liegt allerdings bei 27%, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die übrigen SAM-Skalen eigene Ausprägungen von Stress erfassen (Tab. 2).

Regression des generellen Stressempfindens (stressfulness) durch die SAM-Skalen

Als nächstes wurde eine schrittweise Regression des generellen Stressempfindens (stressfulness) durch die sechs Bewertungsskalen durchgeführt. Peacock und Wong [6] trafen keine Aussagen zu Interaktionseffekten. In unserer Studie wurde dennoch eine Regression mit Berücksichtigung von Interaktionseffekten durchgeführt. Um der Gefahr zu entgehen, dass zu viele erklärende Variablen im Regressionsmodell enthalten sind, wurde eine Multikollinearitätsanalyse (Kriterium VIF-Wert <7) durchgeführt. [30]. Es erfolgte eine weitere Variablenelimination durch Kreuzvalidierung: Alle 8 Effekte (s. o. außer Intercept) wurden in eine (nach der Größe ihres T-Werts) absteigende Rangfolge gebracht. Es wurden dann 8 genestete Modelle erstellt und Kreuzvalidiert. Das Modell mit dem kleinsten Prädiktionsfehler (0,26) wurde schließlich ausgewählt. Um dieses Modell noch weiter zu vereinfachen, wurden die drei Effekte mit dem höchsten T-Wert als Grundlage für eine weitere Vorhersage genommen. Mittels Maximum-Likelihood-Analyse konnte nun gezeigt werden, dass der Erklärungswert dieses vereinfachten Modells (mit drei signifikanten Prädiktoren) nicht signifikant von dem Modell mit sechs signifikanten Parametern verschieden war. Aufgrund dieser Analysen wurde schließlich folgendes Modell spezifiziert (Tab. 3): So wurde neben den Haupteffekten Bedrohung (threat) (Regressionskoeffizient = 0,42; $p<0,01$) und Bedeutsamkeit (centrality) (Regressionskoeffizient = 0,27; $p<0,01$) eine signifikante Interaktion zwischen Herausforderung (challenge) und der Stressinduktionsgeschichte (Regressionskoeffizient = 0,40; $p<0,01$) gefunden. Bedrohung, Bedeutsamkeit und die Wechselwirkung Herausforderung und Stressinduktionsgeschichte sagten das Kriterium generelles Stressempfinden (stressfulness) mit einem adjusted $R^2=0,67$ vorher ($F_{5,78}=35,01$; $p<0,001$).

Überprüfung der Sensitivität des SAM

In einem weiteren Schritt wurde überprüft, ob die sieben SAM-Skalen nach dem Lesen der Stressinduktionsgeschichten unterschiedlich beantwortet wurden. Fast alle Mittelwerte der sieben Skalen für die jeweiligen Szenarien unterschieden sich signifikant voneinander, und zwar in der zu erwartenden Richtung. Die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben, wurde als signifikant bedrohlicher, herausfordernder und bedeutsamer erlebt. Die wahrgenommene eigene Kontrolle (controllable by self) war bei einer Jobsage signifikant höher als bei der Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben. Ein Gefühl der Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) war bei dem HIV-Szenarium signifikant stärker als bei dem Jobszenarium. Das generelle Stressempfinden (stressfulness) war bei dem HIV-Szenarium signifikant höher als bei dem Jobszenarium. Lediglich die Kontrolle durch andere (controllable by others)

unterschied sich nicht signifikant nach dem Lesen der beiden Stressinduktionsgeschichten (Tab. 4).

Konvergente und diskriminante Validität

Abschließend sollte die konvergente sowie diskriminante Validität dargestellt werden, d. h. wie sehr der SAM mit inhaltlich nahestehenden Messverfahren korrelierte bzw. sich von ihnen unterschied.

Aus Tab. 5 ist hervorzuheben, dass die SAM-Skala generelles Stressempfinden (stressfulness) mit allen Validierungsskalen außer mit aufgabenorientiertem Coping signifikant korrelierte. Ebenso korrelierten die SAM-Skalen Bedrohung (threat), Bedeutsamkeit (centrality) sowie eigene Kontrolle (controllable by self) signifikant mit ähnlichen Validierungsskalen.

Die beiden Skalen des CISS korrelierten zum Teil mit unterschiedlichen SAM-Skalen. Das emotionsorientierte Coping des CISS korrelierte mit Bedrohung (threat), Bedeutsamkeit (centrality), generelles Stressempfinden (stressfulness), Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) und mit negativem Vorzeichen mit eigene Kontrolle (controllable by self). Das aufgabenorientierte Coping des CISS korrelierte hingegen mit Herausforderung (challenge), eigene Kontrolle (controllable by self) und mit negativem Vorzeichen mit Unkontrollierbarkeit (uncontrollable). Die höchste Korrelation ($r=0,59$) bestand zwischen Bedrohung (threat) und Angst. Die SAM-Skala Kontrolle durch andere (controllable by others) korrelierte mit keiner Validierungsskala signifikant. Die Emotionsskalen Freude und Entspannung korrelierten im Gegensatz zu STAI, CISS und Angst negativ mit den SAM-Skalen.

Tab. 3 Ergebnisse der Regressionsanalyse.

	Regressionskoeffizient	Standardfehler	T-Wert
(intercept)	1,29	0,38	3,38**
Bedrohung (threat)	0,42	0,11	3,69**
Bedeutsamkeit (centrality)	0,27	0,10	2,78**
Stressinduktionsgeschichte	0,37	0,21	1,83
Herausforderung (challenge)	0,08	0,11	0,73
Interaktion: Stressinduktionsgeschichte × Herausforderung (challenge)	0,40	0,15	2,61*

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$,
Adjusted R-squared: 0,67

Tab. 4 Mittelwerte und Streuung der SAM-Skalen für beide Stressinduktionsgeschichten: HIV, JOB.

	Mittelwert		Streuung		Signifikanz
	HIV	JOB	HIV	JOB	Vergleich der Mittelwerte HIV und JOB
Bedrohung (threat)	3,82	2,0	0,58	0,60	$t = 13,77$; $df = 69,36$; $p < 0,001$
Herausforderung (challenge)	3,65	3,06	0,65	0,80	$t = 3,54$; $df = 60,95$; $p < 0,001$
Bedeutsamkeit (centrality)	4,30	2,53	0,63	0,79	$t = 10,86$; $df = 60,68$; $p < 0,001$
Eigene Kontrolle (controllable by self)	3,54	4,16	0,73	0,80	$t = -3,65$; $df = 66,10$; $p < 0,001$
Kontrolle durch andere (controllable by others)	4,22	3,91	0,65	0,97	$t = 1,63$; $df = 52,63$; $p < 0,11$
Unkontrollierbarkeit (uncontrollable)	2,72	1,88	0,90	0,78	$t = 4,56$; $df = 77,22$; $p < 0,001$
Generelles Stressempfinden (stressfulness)	4,06	3,01	0,60	0,75	$t = 6,78$; $df = 62,53$; $p < 0,001$

Tab. 5 Korrelationen der SAM-Skalen mit STAI, CISS sowie den spezifischen Emotionsskalen „Angst“, „Freude“ und „Entspannung“.

	STAI Global Score	CISS emotionsorientiertes Coping	CISS aufgabenorientiertes Coping	Spezifische Emotionsskalen		
				Angst	Freude	Entspannung
Bedrohung (threat)	0,45**	0,53**	-0,10	0,59**	-0,11	-0,25*
Herausforderung (challenge)	0,22*	0,04	0,39**	0,30**	-0,02	-0,12
Bedeutsamkeit (centrality)	0,37**	0,53**	-0,13	0,49**	-0,13	-0,18
Eigene Kontrolle (controllable by self)	-0,23*	-0,44**	0,42**	-0,30**	0,22*	0,11
Kontrolle durch andere (controllable by others)	0,06	0,00	0,14	0,10	0,10	-0,04
Unkontrollierbarkeit (uncontrollable)	0,13	0,34**	-0,37**	0,19	0,01	-0,09
Generelles Stressempfinden (stressfulness)	0,51**	0,51**	-0,03	0,52**	-0,26**	-0,41**

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Diskussion



Zunächst konnte gezeigt werden, dass die eingesetzten Stressinduktionsszenarien ihre Wirkung erzielten. Mittels Global Score des STAI (als bereits existierendem, validem Messinstrument) konnte bestätigt werden, dass beide Induktionsgeschichten (Absage eines Jobs bzw. die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben) Angst bzw. Stress auslösten. Der Global Score des STAI war nach dem Lesen der beiden Szenarien signifikant höher als zuvor. Außerdem unterschieden sich die Werte des Global Score abhängig von der Art der Stressinduktionsgeschichte. Wie erwartet, war die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben, angstauslösender als die Absage eines Zusatzjobs.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das Lesen der Szenarien (und die damit verbundene Imagination) Stress beim Leser auslöste, was Hypothese 1 bestätigte. Die Szenarien konnten somit als Stressinduktor für die Validierung des SAM genutzt werden, um eine wirksame und akute Stresssituation zu erzeugen. Es sei angemerkt, dass Stress in diesem Fall durch Imagination nach dem Lesen einer stressauslösenden Geschichte ausgelöst wurde. Der SAM soll später aber auch zur Messung von realem Stress eingesetzt werden.

In einem weiteren Analyseschritt wurde zunächst eine konfirmatorische Faktorenanalyse gerechnet analog zu der Itemzuordnung und Faktoranzahl wie bei Peacock und Wong [6]. Allerdings war das Ergebnis unbefriedigend. In der anschließend durchgeführten Hauptkomponentenanalyse (PCA) wurde eine fünffaktorielle Lösung gefunden. Auf einem ersten Faktor luden alle Items der Skalen Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) sowie zwei weitere Items. Dieser erste Faktor hatte den höchsten Eigenwert und verdeutlichte, in welchem hohem Ausmaß die beiden Aspekte Bedrohung und individuelle Bedeutsamkeit bei Stresserleben miteinander verknüpft sind.

Unser zweiter, dritter und vierter Faktor spiegelte genau wie bei Peacock und Wong [6] die theoriegeleitete Annahme von Lazarus und Folkman [7] wider, dass das secondary appraisal (sekundäre Bewertung) aus drei verschiedenen Dimensionen besteht. Wie angestrebt, konnten theoriekonform drei Faktoren gefunden werden, die die Skalen eigene Kontrolle (controllable by self), Kontrolle durch andere (controllable by others) und Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) abbildeten.

Der fünfte Faktor beschrieb wie bei Peacock und Wong [6] den Herausforderungscharakter einer bedrohlichen Situation. Allerdings war dieser fünfte Faktor Herausforderung (challenge) lediglich mit dem Item 7 positive Auswirkung zu unserem Faktor deckungsgleich. Dieser fünfte Faktor blieb aber inhaltlich der Faktor Herausforderung (challenge), der einen Glauben an einen positiven Einfluss und an einen Wachstumsprozess beinhaltet. Die Existenz dieses Faktors belegte zumindest eingeschränkt die theoretische Annahme von Lazarus und Folkman [7], dass sich das primary appraisal aus unterschiedlichen Inhalten zusammensetzt.

Insgesamt zeigte unsere Faktorenstruktur lediglich leichte Abweichungen zu den Ergebnissen von Peacock und Wong [6]. So fanden Peacock und Wong [6] ebenfalls einen Faktor, der die Skalen Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) beinhaltet. Außerdem wiesen in unserer Analyse einzelne Items eine höhere semantische Nähe zu anderen Faktoren auf als bei Peacock und Wong [6]. Es bleibt festzuhalten, dass die von Peacock und Wong [6] identifizierten Faktoren im Wesentlichen repliziert werden konnten. Dies spricht für Hypothese 2. Es sei darauf hingewiesen, dass die Faktorenstruktur des SAM sich sowohl in den Studien von Peacock und Wong [6] als auch in anderen Studien

als wenig stabil erwies [32, 33]. So zeigte sich in einer Studie von Peacock und Wong [6] wie bereits beschrieben eine fünf- und in einer weiteren eine sechsfaktorielle Lösung. In den erwähnten anderen Studien wurde sogar nur eine vier- [32] bzw. dreifaktorielle [33] Struktur gefunden. In einer Studie von Roesch [32] waren Bedrohung (threat), Herausforderung (challenge) und Bedeutsamkeit (centrality) getrennte Faktoren. In einer Studie von Rowley [33] luden Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) wie in unserer Studie auf einem Faktor. Dritter bzw. vierter Faktor war jeweils Ressourcen, auf dem alle Variablen des secondary appraisal zusammengefasst wurden [32, 33]. Übereinstimmend mit der Studie von Peacock und Wong [6] konnten auch in unserer Studie nicht alle Differenzierungen des Transaktionalen Stressmodells von Lazarus und Folkman [7] (drei getrennte Bewertungsskalen im primary appraisal) abgebildet werden. Dies muss allerdings nicht als Beleg gegen das Modell von Lazarus und Folkman [7] gewertet werden, sondern könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass zur Erfassung dieser konzeptuellen Differenzierungen zu wenige Items formuliert wurden oder Items, die den Inhalt der Konzepte nicht trennscharf genug treffen.

Die von den Autoren der Originalversion gefundenen internen Konsistenzen, die die Reliabilität der sieben Skalen beschrieb, konnten mit ausreichender Höhe in der übersetzten Version bestätigt werden. Die internen Konsistenzen lagen bei sechs der sieben Skalen zwischen 0,73 und 0,89 und entsprachen annähernd den Ergebnissen der Ursprungsautoren. Lediglich die Skala Herausforderung (challenge) schnitt mit einem Alphaswert von 0,57 schlechter ab (Studie von Peacock und Wong [6]: 0,73), sicherlich entspricht der Wert nicht gängigen Qualitätsmerkmalen für eine gute Reliabilität [30]. Bis auf den nicht befriedigenden Wert sprachen die Ergebnisse für eine weitgehende Vergleichbarkeit zu den Ergebnissen von Peacock und Wong [6] und bestätigten Hypothese 3.

Mittels schrittweiser Regressionsanalyse konnte gezeigt werden, dass sich durch die sechs SAM-Skalen 67% der Varianz des generellen Stressempfindens (stressfulness) aufklären ließen, was als hoch einzustufen ist [34]. Bedrohung (threat), Bedeutsamkeit (centrality) und eine Wechselwirkung zwischen dem zuvor gelesenen Szenarium und Herausforderung (challenge) waren signifikante Prädiktoren. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit Befunden aus der Depressionsforschung, bei denen die Einordnung eines Ereignisses als bedeutsam einen wesentlichen Einfluss auf dessen Verarbeitung hat [35]. Die Ergebnisse der Regression zeigten weiter, dass Kontrollattributionen im Sinne der sekundären Bewertung (secondary appraisal) wie bei Peacock und Wong [6] keine signifikanten Prädiktoren waren. Es ist somit inhaltlich festzuhalten, dass Stresserleben zwar aus verschiedenen Facetten bestand, dass aber die Kontrollattributionen gemeinsam mit den primären Bewertungsfaktoren keinen eigenen Beitrag bei der Regression zum Stressempfinden lieferten, was in einer ähnlich angelegten Studie auch so gefunden wurde [36]. Die von Peacock und Wong [6] aufgeklärte Varianz lag bei 60%. Die Vorhersage wurde durch unsere Studie übertroffen, was Hypothese 4 bestätigte. Die signifikante Interaktion zwischen dem zuvor gelesenen Szenarium und Herausforderung (challenge) bedeutete, dass unter der Bedingung JOB die Skala Herausforderung (challenge) das generelle Stressempfinden (stressfulness) zusätzlich erklären konnte, nicht jedoch unter der Bedingung HIV. Das erlebte Stressempfinden wurde also dadurch beeinflusst, ob ein Szenarium als herausfordernd erlebt wurde oder nicht. Die signifikante Interaktion zeigte, dass Stress-

empfinden und Kontrollüberzeugungen situationsabhängig waren und dass unterschiedliche Bewertungsprozesse stattfanden.

Die durchgeführten Mittelwertsvergleiche der SAM-Skalen zu den beiden Stressinduktionsszenarien belegten die Validität des SAM. Alle Mittelwertsvergleiche waren bis auf Kontrolle durch andere (controllable by others) signifikant. So wurde die Möglichkeit, sich mit HIV infiziert zu haben, als insgesamt stressauslösender, bedeutsamer, bedrohlicher und herausfordernder erlebt als ein verpasster Nebenjob. Dieser Analyseschritt wurde von Peacock und Wong [6] nicht durchgeführt. Hypothese 5 wurde bestätigt.

Die Korrelationen der eingesetzten Validierungsskalen mit den SAM-Skalen zeigten mittelhohe signifikante Korrelationen [28] zwischen dem Global Score des STAI und den SAM-Skalen generelles Stressempfinden (stressfulness) und Bedrohung (threat) sowie annähernd mittelhoch zu Bedeutsamkeit (centrality), was auf eine inhaltliche Nähe der beiden Messinstrumente hindeutet und der theoretischen Annahme entsprach. Eine zwar eher schwächere [28], aber dennoch signifikante negative Korrelation des Global Score des STAI mit eigene Kontrolle (controllable by self) entsprach der Erwartung, dass Angst entsteht, wenn keine eigenen Einflussmöglichkeiten verspürt werden. Es gab keine signifikanten Korrelationen mit Kontrolle durch andere (controllable by others) und Unkontrollierbarkeit (uncontrollable), was sich inhaltlich schwieriger interpretieren ließ. Eventuell wurden die beiden Skalen unterschiedlich wahrgenommen: Kontrolle durch andere (controllable by others) könnte sowohl psychisch entlastend wirken als auch bedrohlich, wenn auf die eigene Autonomie verzichtet werden muss. Andere Studienergebnisse bestätigen, dass die Unterstützung von anderen nicht immer als entlastend erlebt wird [37, 38]. Eine andere Interpretation wäre, dass Kontrolle durch andere (controllable by others) völlig emotionsfrei erlebt wird, was die Autoren aber für eher unwahrscheinlich halten. Ebenso könnte Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) unterschiedlich wahrgenommen werden. Es könnte einerseits entlastend sein (da niemand etwas ändern kann bzw. sich niemand anstrengen muss), andererseits auch wiederum bedrohlich, da man sich hilflos und ausgeliefert fühlt [39, 40].

Die Skala emotionsorientiertes Coping des CISS misst stressauslösende Gefühle. Sie korrelierte signifikant auf einem oberen mittleren Niveau [28] mit den SAM-Skalen Bedrohung (threat), Bedeutsamkeit (centrality) und mit generellem Stressempfinden (stressfulness). Die durch den CISS gemessenen stressbezogenen Gefühle (z. B. Anspannung, Befürchtung, Selbstvorwürfe) zeigten somit eine hohe inhaltliche Nähe zu den Primary-appraisal-Skalen, die eher das negative Ausmaß einer Stresssituation erfassen, was für eine gute konvergente Validität des SAM sprach. Entsprechend konnte die diskriminante Validität dadurch bestätigt werden, dass keine signifikante Korrelation zwischen emotionsorientiertem Coping und Herausforderung (challenge) existierte. Herausforderung (challenge) misst eher die positiven Anteile eines Stressgeschehens und passt inhaltlich nicht zu Anspannung, Befürchtung oder Selbstvorwürfen (wie beim emotionsorientierten Coping gemessen). Die Richtungen und die Höhe der Korrelationswerte des emotionsorientierten Copings mit den SAM-Skalen eigene Kontrolle (controllable by self) sowie Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) waren ebenfalls nachvollziehbar und ausreichend hoch (annähernd mittelhoch bzw. mittelhoch).

Im Gegensatz zum emotionsorientierten Coping misst das aufgabenorientierte Coping des CISS die kognitive Einschätzung, ob eine Aufgabe bewältigt werden kann. Es ergaben sich nachvollziehbare signifikante mittelhohe Korrelationen [28] mit den SAM-Skalen Herausforderung (challenge), eigene Kontrolle (controlla-

ble by self), Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) mit negativem Vorzeichen. Die kognitive, d. h. reflektierte Einschätzung, ob eine Situation gemeistert werden kann (aufgabenorientiertes Coping), ist von den eigenen Kontrollmöglichkeiten abhängig. Beispielsweise ist die negative, näherungsweise mittelhohe Korrelation [28] zwischen aufgabenorientiertem Coping und Unkontrollierbarkeit (uncontrollable) sinnvoll: Je mehr man sich mit der Lösung des Problems beschäftigt, umso kontrollierbarer erscheint die Situation. Die signifikante mittelhohe Korrelation [28] zwischen aufgabenorientiertem Coping und Herausforderung (challenge) sprach ebenfalls für eine gute konvergente Validität: Wer sich Pläne zur Lösung des Stressgeschehens macht, empfindet eine Situation eher als Herausforderung. Insgesamt belegten die Zusammenhänge eine inhaltliche Nähe zwischen CISS und SAM.

Die spezifische Emotionsskala Angst als weitere Validierungsskala misst das momentane Angstgefühl. Hier ergaben sich ebenfalls mittelhohe [28], signifikante und nachvollziehbare Zusammenhänge zu den SAM-Skalen Bedrohung (threat), generelles Stressempfinden (stressfulness) und Bedeutsamkeit (centrality) sowie eine eher schwächere, aber immer noch signifikante Korrelation [28] mit eigene Kontrolle (controllable by self). Interessanterweise fand sich auch ein positiver, wenn auch eher schwächerer Zusammenhang [28] zwischen Herausforderung (challenge) und erlebter Angst. Offensichtlich kann auch die Bereitschaft, ein Problem anpacken zu wollen, mit Angst einhergehen. Dies ergibt inhaltlich Sinn: Trotz positiven Entschlusses (eine Situation als Herausforderung zu betrachten) bleibt der Ausgang der eigenen Bemühungen ungewiss. Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchung von Besser [41] bestätigt. Die Einschätzung eines Ereignisses als herausfordernd kann stress- und angstauslösend wirken. Die Skala Freude korrelierte mit eigene Kontrolle (controllable by self) und negativ mit generellem Stressempfinden (stressfulness). Wie zu erwarten, kann ein empfundenes Kontrollgefühl mit positiver Stimmung und Zuversicht einhergehen. Die negative, eher schwächere Korrelation [28] von Freude und generellem Stressempfinden ist plausibel: Stress und Freude können nicht nebeneinander existieren. Ebenso lassen sich die signifikanten Korrelationen von Entspannung mit den einzelnen SAM-Skalen erklären. Entspannung korrelierte mit Bedrohung (threat) sowie mittelhoch mit generellem Stressempfinden (stressfulness). Wer nach dem Lesen der Geschichte entspannt bleibt, wird weder Bedrohung noch Anspannung empfinden. Die Höhe der Korrelationen mit den beiden Skalen Freude und Entspannung ist nicht so stark ausgeprägt wie in Hypothese 6 gefordert. Dennoch belegen die schwachen bis mittelhohen Korrelationswerte eine tendenziell gute diskriminante Validität. Freude und Entspannung entstehen nur in Abwesenheit von akutem Stress.

In der Gesamtschau werteten die Autoren Hypothese 6 aufgrund der Höhe und der Richtung der gefunden Korrelationen weitestgehend als bestätigt. SAM korrelierte signifikant positiv und in den meisten Fällen in ausreichender Höhe mit inhaltlich nahen Konstrukten (z. B. STAI) und korrelierte negativ (wenn auch nicht immer in der geforderten Höhe) mit Maßen zur Bestimmung der Divergenz (Emotionsskala Freude bzw. Entspannung).

In der Gesamtschau aller Ergebnisse sollten sowohl die Ergebnisse von Peacock und Wong [6] als auch die Resultate von Roesch [32] und Rowley [33] sowie unsere Ergebnisse zum Anlass genommen werden, den theoretischen Bezug zum Transaktionalen Stressmodell von Lazarus und Folkman [6] zu hinterfragen. Darin wurde ursprünglich angenommen, dass Bedeutsamkeit (centrality) orthogonal zu Herausforderung (challenge) und Bedrohung (threat) angeordnet ist. Es wurde postuliert, dass eine Bedrohung (threat)

ebenso wie eine Herausforderung (challenge) nur dann Beachtung findet, wenn sie als bedeutsam (zentral) für das eigene Selbstkonzept (im Sinne von „Gefahr“ bzw. „selbstwertsteigernd“) wahrgenommen wird. Verschiedene Studienergebnisse (inklusive der Originalarbeit und unserer eigenen Studie) legen nun aber nahe, dass zumindest Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) auf einem Faktor laden und somit nicht unabhängig sind. So sind Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) enger miteinander verbunden als Herausforderung (challenge) und Bedeutsamkeit (centrality), bei denen die Orthogonalität bestehen bleibt. Dies würde eine Abkehr vom ursprünglichen Modell bedeuten. Eine Interpretation könnte etwa lauten, dass gefährvolle Ereignisse wesentlicher und zentraler sind als herausfordernde Ereignisse. In einer weiteren Studie [10] blieb die Annahme der Orthogonalität von Bedeutsamkeit (centrality) zu den beiden anderen Faktoren hingegen aufrechterhalten, obwohl Bedeutsamkeit (centrality) sowohl mit Bedrohung (threat) als auch mit Herausforderung (challenge), wenn auch nicht so hoch wie in unserer Studie, aber immer noch signifikant ($r > 0,40$) korrelierte. Hier lag die höhere Korrelation sogar bei Herausforderung (challenge) und Bedeutsamkeit (centrality) ($r = 0,49$). Eine weitere Unterstützung für die Beibehaltung der drei Faktoren zur Erfassung des primary appraisal liefern die Ergebnisse von Durak [42]. In einer Vergleichsstudie mit verschiedenen Instrumenten zur Erfassung von Stress und Coping lieferten die drei Variablen zum primary appraisal jeweils unterschiedliche Beiträge in Regressionsmodellen zur Vorhersage von anderen stressauslösenden bzw. stressverarbeitenden Variablen. Hingegen bestärkt dieselbe Studie [42] aber ebenso unsere Ergebnisse, indem zwischen Bedeutsamkeit (centrality) und Bedrohung (threat) eine hohe Korrelation gefunden wurde, die im Übrigen fast doppelt so hoch war wie der Zusammenhang zwischen Bedeutsamkeit (centrality) und Herausforderung (challenge) ($r = 0,58$ bzw. $r = 0,32$). Die zum Teil gegensätzliche Ergebnislage führt dazu, dass eine letztliche Entscheidung über die Aufrechterhaltung bzw. Verwerfung der Theorie von Lazarus und Folkman [7] offen bleiben und in weiteren Studien geklärt werden muss. Obwohl die Annahmen von Lazarus und Folkman [7] nicht vollkommen bestätigt werden konnten, belegen sowohl unsere statistischen Auswertungen als auch die zunehmende Verbreitung des SAM dessen Wert. Sicherlich wäre eine weitere Verkürzung oder Veränderung von Items zu überdenken, da gegenwärtig vor allem die Items zu Bedrohung (threat) und Bedeutsamkeit (centrality) Ähnliches messen. Trotz dieser Mängel sind die Autoren in der Gesamtschau vom sinnhaften Einsatz des SAM überzeugt. Aufgrund der eingeschränkten Repräsentativität der Stichprobe (Studenten) wäre als nächster Schritt zur Etablierung des SAM anzustreben, die Teilnehmerzahl zu erhöhen und ihn verschiedenen Populationen und Patientengruppen (z. B. Menschen mit Burnout-Symptomen, Tinnituspatienten oder Teilnehmern eines Meditationskurses etc.) zur weiteren Validierung vorzulegen. Schließlich könnte eine Normierung zur Aufstellung von Prozenträngen oder zu einer Stanineverteilung führen, um eine Einordnung hinsichtlich Art und Intensität des Stressempfindens vornehmen zu können.

Ergänzendes Material

▼
Anhang 1: Deutsche Übersetzung des SAM, Anhang 2: Stressinduktionsszenarium JOB und Anhang 3: Stressinduktionsszenarium HIV finden Sie online unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1399727>

Take Home Message

Die Erfassung von situationsabhängigem Stress kann in den verschiedensten Feldern von Grundlagenforschung und psychologischen Anwendungsfeldern (z. B. im klinischen, gesundheitspsychologischen und sportpsychologischen Bereich) wertvoll sein. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein kurzes, aber dennoch ausreichend reliables und valides Erhebungsinstrument für akutes Stresserleben in den deutschen Sprachraum einzuführen. In unserer Untersuchung wurden neben der Übersetzung die Faktorenstruktur, die internen Konsistenzen sowie die konvergente Validität des SAM in deutscher Sprache in weiten Teilen nachgewiesen, sodass einem legitimen Einsatz des ins Deutsche übersetzten SAM grundsätzlich nichts mehr im Wege steht. Allerdings konnte besonders die Faktorenstruktur des fünften Faktors nur teilweise repliziert werden. Um die Ergebnisse zu erhärten, sollten noch weitere Validierungsstudien u. a. an verschiedenen klinischen Stichproben durchgeführt werden.

Interessenkonflikt: Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- 1 Kälén W. Deutsche Übersetzung des COPE von Carver, Scheier und Weintraub 1989. Institut für Psychologie: Universität Bern; 1994
- 2 Gaab J. PASA – Primary Appraisal Secondary Appraisal: ein Fragebogen zur Erfassung von situationsbezogenen kognitiven Bewertungen. Verhaltenstherapie 2009; 19: 114 – 115
- 3 Jack M. Fragebogen zur Erfassung von Ressourcen und Selbstmanagementfähigkeiten (FERUS). Göttingen: Hogrefe; 2007
- 4 Janke W, Erdmann G. Der Stressverarbeitungsfragebogen (SVF 120). Kurzbeschreibung und grundlegende Kennwerte. Hogrefe: Göttingen; 1997
- 5 Schulz P, Schlotz W, Becker P. Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS): TICS; Manual. Göttingen: Hogrefe; 2004
- 6 Peacock EJ, Wong PTP. The Stress Appraisal Measure (SAM) – a Multidimensional Approach to Cognitive Appraisal. Stress Medicine 1990; 6: 227 – 236
- 7 Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. New York: Springer; 1984
- 8 Kälén W. Deutsche 24-Item Kurzform des „Coping Inventory for Stressful Situations (CISS)“ von N. S. Endler & J. D. A. Parker basierend auf der Übersetzung von N. Semmer, F. Tschann & V. Schade (unveröffentlichter Fragebogen). Universität Bern: Institut für Psychologie; 1995
- 9 Meichenbaum D. Kognitive Verhaltensmodifikation. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union; 1995
- 10 Levy A, Nicholls A, Polman R. Cognitive Appraisals in Sport: The Direct and Moderating Role of Mental Toughness. International Journal of Applied Psychology 2012; 2: 71 – 76
- 11 Antonovsky A. Health, stress, and coping: [new perspectives on mental and physical well-being]. The Jossey-Bass social and behavioral science series. San Francisco: Jossey-Bass; 1979
- 12 Antonovsky A. Unraveling the mystery of health: how people manage stress and stay well. The Jossey-Bass health series. San Francisco: Jossey-Bass; 1987
- 13 Kanfer FH, Reinecker H, Schmelzer D. Selbstmanagement-Therapie: Ein Lehrbuch für die klinische Praxis. 2. überarb. Aufl. Berlin: Springer; 1996
- 14 Bandura A. Self-efficacy: the exercise of control. New York: W. H. Freeman; 1997
- 15 Beck AT, Hautzinger M. Kognitive Therapie der Depression. 2. veränd. Aufl. Weinheim: Psychologie Verlags Union; 1986
- 16 Sommer G, Fydrich T. Soziale Unterstützung: Diagnostik, Konzepte, F-SOZU. Materialien. Deutsche Gesellschaft für Verhaltenstherapie. Tübingen: Deutsche Gesellschaft für Verhaltenstherapie; 1989

- 17 Buchwald P, Schwarzer C, Hobfoll SE. Stress gemeinsam bewältigen: Ressourcenmanagement und multiaxiales Coping. Hogrefe: Göttingen; 2004
- 18 Carver CS, Scheier MF. Attention and self-regulation: a control-theory approach to human behavior. Springer series in social psychology. Berlin: Springer; 1981
- 19 Graungaard AH, Andersen JS, Skov L. When resources get sparse: a longitudinal, qualitative study of emotions, coping and resource-creation when parenting a young child with severe disabilities. *Health* 2011; 15: 115–136
- 20 Ntoumanis N, Edmunds J, Duda JL. Understanding the coping process from a self-determination theory perspective. *Br J Health Psychol* 2009; 14: 249–260
- 21 Meichenbaum D. Kognitive Verhaltensmodifikation. München: U und S Psychologie; 1979
- 22 Garcia-Campayo J. Validation of the Spanish versions of the long (26 items) and short (12 items) forms of the Self-Compassion Scale (SCS). *Health and Quality of Life Outcome* 2014; 12
- 23 Kemper C, Lutz J, Neuser J. Konstruktion und Validierung einer Kurzform der Skala Angst vor negativer Bewertung (SANB-5). *Klinische Diagnostik und Evaluation* 2012; 4: 343–360
- 24 Wirtz PH, Thomas L, Domes G et al. Psychoendocrine validation of a short measure for assessment of perceived stress management skills in different non-clinical populations. *Psychoneuroendocrinology* 2013; 38: 572–586
- 25 Laux L. State-Trait-Angstinventar: theoretische Grundlagen und Handanweisung. Beltz Test. Testgesellschaft. 1 Testmappe. Weinheim: Beltz; 1981
- 26 Kelava A, Schermelleh-Engel K. Latent-State-Trait-Theorie (LST-Theorie). In: Moosbrugger H, Kelava A (ed) Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin: Springer; 2008: 343–360
- 27 Association, A. A.P. APA: American Psychological Association. Available from: <http://www.apa.org/helpcenter/stress-kinds.aspx>
- 28 Brosius F. SPSS 16: das mitp-Standardwerk. Heidelberg: Redline; 2008
- 29 Team RC. A language and environment for statistical computing; 2013
- 30 Brosius F. SPSS 16: das mitp-Standardwerk. Redline: Heidelberg; 2008
- 31 Craney TA, Surlis JG. Model-Dependent Variance Inflation Factor Cutoff Values. *Quality Engineering* 2002; 14: 391–403
- 32 Roesch SC, Rowley AA. Evaluating and developing a multidimensional, dispositional measure of appraisal. *J Pers Assess* 2005; 85: 188–196
- 33 Rowley AA, Roesch SC, Jurica BJ et al. Developing and validating a stress appraisal measure for minority adolescents. *J Adolesc* 2005; 28: 547–557
- 34 Hattie J. Fig. 2.4p. 19. Visible learning a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. London: Routledge; 2009
- 35 Newby JM, Moulds ML. Intrusive memories of negative events in depression: Is the centrality of the event important? *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* 2011; 42: 277–283
- 36 Anshel MH, Robertson M, Caputi P. Sources of acute stress and their appraisals and reappraisals among Australian police as a function of previous experience. *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 1997; 70: 337–356
- 37 Chesler MA, Barbarin OA. Difficulties of Providing Help in a Crisis – Relationships between Parents of Children with Cancer and Their Friends. *Journal of Social Issues* 1984; 40: 113–134
- 38 La Greca AM. Stress and coping in child health. *Advances in pediatric psychology*. New York: The Guilford Press; 1992
- 39 Reichman SRF, Miller AC, Gordon RM et al. Stress appraisal and coping in mothers of NICU infants. *Childrens Health Care* 2000; 29: 279–293
- 40 Newby JM, Moulds ML. Characteristics of intrusive memories in a community sample of depressed, recovered depressed and never-depressed individuals. *Behaviour Research and Therapy* 2011; 49: 234–243
- 41 Besser A, Gordon I, Flett L et al. Perfectionism, Cognition, and Affect in Response to Performance. Failure vs. success. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy* 2004; 22: 301–328
- 42 Durak M. The Relationship between Cognitive Appraisal of Stress, Coping Strategies and Psychological Distress among Correctional Officers: Personal and Environmental Factors. *Middle East Technical University*; 2007

Akt2 Gene is Associated with Anxiety and Neuroticism in Humans

Lucia Engeli¹, Marcel Delahaye¹, Stefan Borgwardt¹, Jurgen Gallinat², Daniel Muller³, Marc Walter¹, Undine E Lang^{1*} and Johannes Beck¹

¹Department of Psychiatry, University Hospital Basel, Switzerland

²Department of Psychiatry, Charité University Medicine Berlin, Campus Mitte, Germany

³Department of Psychiatry, University of Toronto, Canada

*Corresponding author: Undine Lang, Universitare Psychiatrische Kliniken (UPK) Basel, Wilhelm Klein-Strasse 27

4012 Basel, Switzerland, Tel: +41 61 325 52 02; Fax: +41 61 325 55 18; E-mail: undine.lang@upkbs.ch

Copyright: © 2014 Engeli L, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Abstract

Background: The exact cellular and molecular mechanisms underlying the pathophysiology, successful treatment and prevention of the highly associated anxiety and depressive disorders have not been identified. *Akt2* is a key protein in the Phosphatidylinositol-3 (PI3K)/ Glycogen Synthase 3 kinase (GSK3) signaling pathway. This pathway is involved in Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) signaling, fear memory, mood stabilization and action of several antidepressant drugs. In this study, we examined whether *Akt2* Single Nucleotide Polymorphisms (SNP) are associated with anxiety and depression associated personality traits.

Methods: Four hundred and sixty-three healthy participants completed a self-rating scale for anxiety traits (Spielberger Trait-Anxiety Inventory, STAI) and depressive personality traits (NEO-FFI). Four SNPs of the *Akt2* gene (rs7247515, rs3730256, rs892118, rs11671439) were examined.

Results: The ANCOVA showed that the dependent variable anxiety trait score was significantly affected by all four genotypes. The anxiety state score was a significant covariate in three genotypes. Neuroticism was influenced by three of the four examined genotypes.

Conclusion: We found a connection between different genotypes of the *Akt2* gene and personality traits concerning anxiety and depression. These findings may be of importance for the understanding of the pathophysiology of depressive and anxiety disorders. Furthermore, *Akt2* might be a potential novel therapeutic target in the treatment of those devastating mood disorders.

Keywords: Anxiety; Behavior; Depression; *Akt2*; PI3K; GSK3; BDNF

Introduction

The *Akt* protein, also known as protein kinase B, is a downstream target of the very important Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), Phosphatidylinositol-3 (PI3K), Glycogen Synthase 3 Kinase (GSK3) signaling pathway that has been shown to be crucial for the pathophysiology of various mood disorders. BDNF has been implicated in bipolar disorder, depression, depression-related personality traits and anxiety behaviour [1-5]. Decreased expression of BDNF contributes to stress-related mood disorders. The upregulation of BDNF on the other hand plays a role in the actions of different antidepressant treatments [6]. Accordingly, alterations of BDNF concentrations have been observed after antidepressant and mood stabilizing treatment, physical exercise and electroconvulsive therapy [6]. The Phosphatidylinositol-3 (PI3) kinase has further been shown to mediate the BDNF-dependent spatial memory formation in rats [7]. Phosphoinositide dependent kinase PDK1 and PDK2, the downstream targets of the PI3K, include *Akt* [8]. *Akt* phosphorylates and thus inhibits glycogen synthase 3 GSK3. The PI3K-*Akt* pathway is involved in the signaling of hormones associated with anxiety and depression such as estrogen [9] or thyroid hormones [10,11].

Lithium, valproate, olanzapine and clozapine are at least in part effective via PI3K-*Akt* signaling [12-15]. Moreover, PI3K is involved

in behavioural sensitization to cocaine [16], the extinction of fearful memories and hippocampal plasticity [17]. Disruption of GSK3 phosphorylation by *Akt* decreased anxiety and reduced proneness to depression in mice [18,19]. Conversely, decreased expression of PI3K PDK1, leads to increased anxiety [20].

Little is known about the differential role of the *Akt* isoforms *Akt1*, *Akt2* and *Akt3* involved in the PI3K/PDK1/*Akt*/GSK3 dependent human behaviour. To this end, behavioural studies have been performed in *Akt2* knockout mice and their wild type littermates [21], showing the *Akt2* gene to be associated with depression and anxiety. The present study thus aimed to better understand the role of the isoform *Akt2* in human behaviour. We explored four SNPs of the *Akt2* gene on their possible role on anxiety behaviour [22,23]. In the present study we examined whether there is a connection between the four SNPs of the *Akt2* gene and personality traits. We hypothesized to find anxiety and depression related personality traits to be influenced by genotype.

Patients and Methods

Patients

A total of 463 healthy participants, all of whom were unrelated individuals of German descent (Caucasians; 239 male, 224 female, age: 38.4 ± 8) were recruited for this study through newspaper

advertisement. The study was approved by the ethics committee of the Charité University Medicine Berlin, Campus Mitte. Exclusion criteria were psychiatric Axis-I or Axis-II disorder, Axis-I disorder of first-degree relatives or the intake of psychotropic drugs. In order to detect psychiatric comorbidity the Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.) was applied by an experienced psychiatrist [23]. The M.I.N.I. is a short structured diagnostic interview for DSM-IV and ICD-10 psychiatric disorders [24]. Axis-I or axis-II disorders, axis-I diagnosis of first degree relatives and psychotropic drug intake led to exclusion of the study as detailed elsewhere [25].

The self-ratable State-Trait Anxiety Inventory (STAI), which enables anxiety to be quantified as a comparatively stable personality trait has been performed in all subjects [26].

The participants also completed the German version of the NEO-Five Factor Inventory (NEO-FFI), which consists of 60 items and allows reliable and valid assessment of personality traits along the dimensions neuroticism, extraversion and openness to experiences, agreeableness and conscientiousness [27]. Levels of neuroticism strongly predict the risks for both lifetime and new-onset major depression [28].

DNA genotyping

Genomic DNA was extracted from anti-coagulated venous blood samples by using a salting out method [29]. Allelic discrimination of the *Akt2* SNPs (rs7247515, rs3730256, rs892118, rs11671439) was performed using a TaqMan 5'exonuclease assay [30] according to the recommendation of the manufacturer (Applied Biosystems, Foster City, CA; Assay-on-Demand SNP product: C_11592758_10).

Statistical analysis

Between-group and between-genotype comparisons were performed with one-way analysis of variance (ANOVA) or χ^2 test. Genotype effects on personality variables were computed with an ANOVA including age as a covariate (ANCOVA). Further details are given in the Results section. All tests were performed with a two-sided $p < 0.05$.

Results

Subjects

We analyzed DNA samples of four SNPs (rs7247515, rs3730256, rs892118, rs11671439) from 463 subjects in the *Akt2* prodomain. The genotype frequency was CC (n=398; 86%) and CT (n=65; 14%) for rs7247515. The genotype frequency was AG (n=86; 19%) and GG (n=375; 81%) for rs3730256. The genotype frequency was AA (n=16; 3%) and AG (n=124; 26%) and GG (n=321; 70%) for rs892118. The genotype frequency was CT (n=70; 15%) and TT (n=392; 84%) for rs11671439.

The ANCOVA showed that the dependent variable STAI trait score was significantly affected by all four genotypes. The state score was a significant covariate in three genotypes. The NEO-FFI data showed that neuroticism was influenced by three different of the examined genotypes. No gender and age differences have been observed concerning all examined SNPs except one gender covariate in one genotype. All results are shown in Table 1.

	Age	Gender	STAI (trait score)	STAI (state score)	NEO-FFI
rs7247515	F=0.988 df=1 p<0.321	F=3.74 df=1 p<0.054	F=4.2 df=1 p<0.039	F=4.10 df=1 p<0.043	F=8.96 df=1 p<0.003
rs3730256	F=1.15 df=1 p<0.284	F=5.303 df=1 p<0.022	F=7.58 df=1 p<0.006	F=5.55 df=1 p<0.019	F=7.33 df=1 p<0.007
rs892118	F=1.079 df=1 p<0.299	F=1.301 df=1 p<0.255	F=7.14 df=1 p<0.008		F=1.48 df=1 p<0.285
rs11671439	F=0.993 df=1 p<0.320	F=3.28 df=1 p<0.071	F=7.14 df=1 p<0.008	F=6.198 df=1 p<0.013	F=10.7 df=1 p<0.001

Table 1: Association between behavioural and epidemiological data and genotype

Discussion

We found neuroticism and trait anxiety to be influenced by all studied polymorphisms of the *Akt2* gene. Therefore our hypothesis can be confirmed, that genetically different preconditions in the PI3K/Akt signaling pathway might influence vulnerability for anxiety and depression. In the past decades evidence has been gathered that the BDNF/PI3K/*Akt*/GSK3 pathway might be connected with mood disorders. Since *Akt2* is activated by phosphorylation through PI3K which is again activated by the neurotropic BDNF [7], BDNF may therefore signal through the increase of Akt2. BDNF is a well-known neurotropic for which much evidence exists for a connection with anxiety and depression [31]. In previous studies we found a connection between BDNF genotype, BDNF serum concentrations and the personality traits neuroticism and anxiety [2-4]. There is also much evidence for a connection between anxiety and depressive disorders and serotonergic neurotransmission in respect of BDNF [1-5].

The downstream target of *Akt2* is GSK3. Several recent advances have been reviewed on the involvement of the signaling molecules Akt and GSK3 in the regulation of behavior by the monoamine neurotransmitters dopamine and serotonin [32]. A large variety of pharmacological and molecular approaches for manipulating GSK3 are discussed, the results of which strongly support the proposal that inhibition of GSK3 reduces both depression-like and manic-like behaviors [33]. Studies in human postmortem brain and peripheral cells also have identified correlations between alterations in GSK3 and mood disorders. Evidence showed that depression may be associated with impaired inhibitory control of GSK3, and mania by hyperstimulation of GSK3. GSK3 and PI3K inhibition have been shown to counteract antidepressant-like effects of folic acid in the forced swimming test [34]. A similar effect has been observed on antidepressant effects of ghrelin, whereby PI3K inhibitors selectively inhibited ghrelin-induced antidepressant effects [35]. Accordingly, inhibition of PI3K decreases activity and memory while increasing insulin resistance, depression, and anxiety [36]. Attenuation of kinase activity of *Akt* in depressed suicide victims has shown to be connected with dysregulation of PI3K [37]. In this study, the effect on PI3K

signaling was associated with major depression rather than with suicide per se [37]. A temporary suppression of contextual fear was associated with blunted synaptic activity in the basal amygdala and decreased PI3K signaling in the hippocampus [17]. On the other hand, treatment with a PI3K activating transduction peptide is able to promote synaptogenesis and spinogenesis in primary cultures of rat hippocampal neurons, as well as in CA1 hippocampal neurons in vivo [38].

Taken together, we found a connection between the *Akt2* gene and human behaviour traits concerning anxiety and depression. This finding is in line with an overwhelming evidence for a connection between the BDNF/PI3K/Akt/GSK3 pathway and mood disorders. Changes in Akt phosphorylation might be a possible therapeutic target for the treatment and prevention of anxiety disorders and depression (Figure 1).

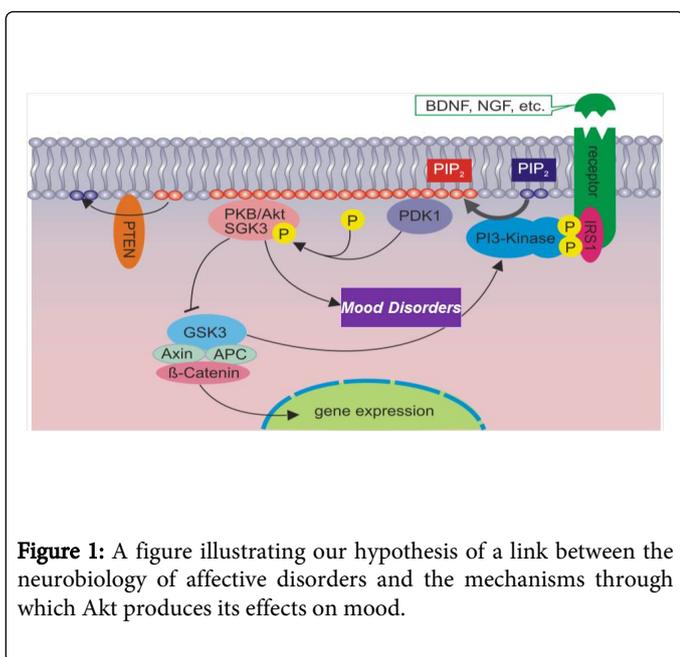


Figure 1: A figure illustrating our hypothesis of a link between the neurobiology of affective disorders and the mechanisms through which Akt produces its effects on mood.

Acknowledgements

This work was supported by the DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft (LA 2694/1-2).

References

- Duman RS, Monteggia LM (2006) A neurotrophic model for stress-related mood disorders. *Biol Psychiatry* 59: 1116-1127.
- Lang UE, Hellweg R, Gallinat J (2004) BDNF serum concentrations in healthy volunteers are associated with depression-related personality traits. *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 29: 795-798
- Lang UE, Hellweg R, Gallinat J (2005) Association of BDNF serum concentrations with central serotonergic activity: evidence from auditory signal processing. *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 30: 1148-1153
- Lang UE, Hellweg R, Kalus P, Bajbouj M, Lenzen KP, et al. (2005) Association of a functional BDNF polymorphism and anxiety-related personality traits. *Psychopharmacology (Berl)* 180: 95-99.
- Müller DJ, de Luca V, Sicard T, King N, Strauss J, et al. (2006) Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) gene and rapid-cycling bipolar disorder: family-based association study. *Br J Psychiatry* 189: 317-323.

- Russo-Neustadt AA, Chen MJ (2005) Brain-derived neurotrophic factor and antidepressant activity. *Curr Pharm Des* 11: 1495-1510.
- Mizuno M, Yamada K, Takei N, Tran MH, He J, et al. (2003) Phosphatidylinositol 3-kinase: a molecule mediating BDNF-dependent spatial memory formation. *Mol Psychiatry* 8: 217-224.
- Kobayashi T, Cohen P (1999) Activation of serum- and glucocorticoid-regulated protein kinase by agonists that activate phosphatidylinositol 3-kinase is mediated by 3-phosphoinositide-dependent protein kinase-1 (PDK1) and PDK2. *Biochem J* 339: 319-328.
- Florian M, Lu Y, Angle M, Magder S (2004) Estrogen induced changes in Akt-dependent activation of endothelial nitric oxide synthase and vasodilation. *Steroids* 69: 637-645.
- Cao X, Kambe F, Moeller LC (2005) Thyroid hormone induces rapid activation of Akt/protein kinase B-mammalian target of rapamycin-p70S6K cascade through phosphatidylinositol 3-kinase in human fibroblasts. *Molecular endocrinology* 19: 102-112.
- Cao X, Kambe F, Yamauchi M, Seo H (2009) Thyroid-hormone-dependent activation of the phosphoinositide 3-kinase/Akt cascade requires Src and enhances neuronal survival. *Biochem J* 424: 201-209.
- Aubry JM, Schwald M, Ballmann E, Karege F (2009) Early effects of mood stabilizers on the Akt/GSK-3beta signaling pathway and on cell survival and proliferation. *Psychopharmacology (Berl)* 205: 419-429.
- Gould TD, Manji HK (2005) Glycogen synthase kinase-3: a putative molecular target for lithium mimetic drugs. *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 30: 1223-1237
- Klein PS, Melton DA (1996) A molecular mechanism for the effect of lithium on development. *Proc Natl Acad Sci U S A* 93: 8455-8459.
- Lu XH, Dwyer DS (2005) Second-generation antipsychotic drugs, olanzapine, quetiapine, and clozapine enhance neurite outgrowth in PC12 cells via PI3K/AKT, ERK, and pertussis toxin-sensitive pathways. *Journal of molecular neuroscience: MN* 27: 43-64
- Zhang X, Mi J, Wetsel WC, Davidson C, Xiong X, et al. (2006) PI3 kinase is involved in cocaine behavioral sensitization and its reversal with brain area specificity. *Biochem Biophys Res Commun* 340: 1144-1150.
- Pattwell SS, Bath KG, Casey BJ, Ninan I, Lee FS (2011) Selective early-acquired fear memories undergo temporary suppression during adolescence. *Proc Natl Acad Sci U S A* 108: 1182-1187.
- Ackermann TF, Kempe DS, Lang F (2010) Hyperactivity and enhanced curiosity of mice expressing PKB/SGK-resistant glycogen synthase kinase-3 (GSK-3). *Cellular physiology and biochemistry: international journal of experimental cellular physiology, biochemistry, and pharmacology* 25: 775-786
- Li X, Jope RS (2010) Is glycogen synthase kinase-3 a central modulator in mood regulation? *Neuropsychopharmacology* 35: 2143-2154.
- Ackermann TF, Hortnagl H, Wolfer DP (2008) Phosphatidylinositol dependent kinase deficiency increases anxiety and decreases GABA and serotonin abundance in the amygdala. *Cellular physiology and biochemistry: international journal of experimental cellular physiology, biochemistry, and pharmacology* 22: 735-744
- Leibrock C, Ackermann TF, Hierlmeier M, Lang F, Borgwardt S, et al. (2013) Akt2 deficiency is associated with anxiety and depressive behavior in mice. *Cell Physiol Biochem* 32: 766-777.
- Friedman AN, Marrero D, Ma Y, Ackermann R, Narayan KM, et al. (2008) Value of urinary albumin-to-creatinine ratio as a predictor of type 2 diabetes in pre-diabetic individuals. *Diabetes Care* 31: 2344-2348.
- Goodarzi MO, Jones MR, Chen YD, Azziz R (2008) First evidence of genetic association between AKT2 and polycystic ovary syndrome. *Diabetes Care* 31: 2284-2287.
- Sheehan DV, Lecrubier Y, Sheehan KH, Amorim P, Janavs J, et al. (1998) The Mini-International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): the development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *J Clin Psychiatry* 59 Suppl 20: 22-33.

25. Gallinat J, Mulert C, Bajbouj M, Herrmann WM, Schunter J, et al. (2002) Frontal and temporal dysfunction of auditory stimulus processing in schizophrenia. *Neuroimage* 17: 110-127.
26. Spielberger CD (1989) *State-Trait Anxiety Inventory: a comprehensive bibliography*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
27. Borkenau P, Ostendorf F (1993) *Neo-Fünf-Faktoren Inventar (NEO-FFI)*, Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.
28. Kendler KS, Gatz M, Gardner CO, Pedersen NL (2006) Personality and major depression: a Swedish longitudinal, population-based twin study. *Arch Gen Psychiatry* 63: 1113-1120.
29. Miller SA, Dykes DD, Polesky HF (1988) A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Res* 16: 1215.
30. Livak KJ (1999) Allelic discrimination using fluorogenic probes and the 5' nuclease assay. *Genet Anal* 14: 143-149.
31. Lang UE, Borgwardt S (2013) Molecular mechanisms of depression: perspectives on new treatment strategies. *Cellular physiology and biochemistry: international journal of experimental cellular physiology, biochemistry, and pharmacology* 31: 761-777
32. Beaulieu JM (2012) A role for Akt and glycogen synthase kinase-3 as integrators of dopamine and serotonin neurotransmission in mental health. *J Psychiatry Neurosci* 37: 7-16.
33. Jope RS (2011) Glycogen synthase kinase-3 in the etiology and treatment of mood disorders. *Front Mol Neurosci* 4: 16.
34. Budni J, Lobato KR, Binfaré RW, Freitas AE, Costa AP, et al. (2012) Involvement of PI3K, GSK-3 β and PPAR δ in the antidepressant-like effect of folic acid in the forced swimming test in mice. *J Psychopharmacol* 26: 714-723.
35. Chen L, Xing T, Wang M, Miao Y, Tang M, et al. (2011) Local infusion of ghrelin enhanced hippocampal synaptic plasticity and spatial memory through activation of phosphoinositide 3-kinase in the dentate gyrus of adult rats. *Eur J Neurosci* 33: 266-275.
36. Bandaru SS, Lin K, Roming SL, Vellipuram R, Harney JP (2010) Effects of PI3K inhibition and low docosahexaenoic acid on cognition and behavior. *Physiol Behav* 100: 239-244.
37. Karege F, Perroud N, Burkhardt S, Fernandez R, Ballmann E, et al. (2011) Alterations in phosphatidylinositol 3-kinase activity and PTEN phosphatase in the prefrontal cortex of depressed suicide victims. *Neuropsychobiology* 63: 224-231.
38. Cuesto G, Enriquez-Barreto L, Caramés C, Cantarero M, Gasull X, et al. (2011) Phosphoinositide-3-kinase activation controls synaptogenesis and spinogenesis in hippocampal neurons. *J Neurosci* 31: 2721-2733.

