

Zusammenfassung

Interozeption beschreibt die Wahrnehmung und Verarbeitung internaler, afferenter Informationen aus dem Körper und trägt zu einer Aufrechterhaltung der Homöostase bei. Wesentliche Dimensionen zur Untersuchung der interozeptiven Verarbeitung sind die Interozeptive Akkuranz (IAcc), die Interozeptive Sensibilität (IS), die Interozeptive Bewusstheit (IA) sowie die interozeptive emotionale Evaluation (IE). Des Weiteren stellt das herzschnagevozierte Potenzial (HEP) einen neuronalen Marker der Verarbeitung kardialer afferenter Signale dar. Die interozeptiven Dimensionen können mit Hilfe von objektiven Tests (z. B. Herzwahrnehmungstest) sowie anhand subjektiver Maße (z. B. Fragebögen) untersucht werden, und erwiesen sich in verschiedenen Studien als voneinander abgrenzbar.

Zudem kommt Körperprozessen eine entscheidende Bedeutung in Hinblick auf das Erleben von Emotionen zu, wobei in verschiedenen neuronalen Emotionstheorien ein enges somato-affektives Wechselspiel herausgestellt wurde. Letzteres zeigte sich auch in klinischen Stichproben, wie z. B. bei Essstörungen, wo sowohl beeinträchtigte interozeptive als auch verschlechterte emotionale Fähigkeiten nachgewiesen wurden.

Bislang sind neuronale Substrate der einzelnen interozeptiven Dimensionen jedoch unzureichend erforscht. So wurde als neuroanatomische Grundlage ein homöostatisches, interozeptives Netzwerk beschrieben, bestehend aus der Insula als zentralem Projektionsareal, dem somatosensorischen und dem somatomotorischen Kortex, dem anterioren cingulären Kortex, dem präfrontalen Kortex und der Amygdala. Jedoch wurden lediglich korrelative Studien zu Assoziationen interozeptiver Dimensionen mit Aktivierungen von Gehirnarealen durchgeführt. Zudem wird von einer Überlappung des interozeptiven und des emotionalen Netzwerkes ausgegangen, wobei auch hier bisher nur korrelative Befunde aus der Bildgebung vorliegen.

Ziel der vorliegenden Promotionsarbeit ist somit die Erforschung neuronaler Substrate des Zusammenspiels von interozeptiver und von emotionaler Verarbeitung. Hierbei sollen zum einen elektrokortikale Marker näher untersucht werden. Zum anderen sollen Neurostimulationsverfahren kausale Schlussfolgerungen zu Strukturen des interozeptiv-emotionalen Netzwerkes und zu deren Funktionen erlauben. Die Untersuchung einer klinischen Stichprobe von Bulimiepatientinnen soll zudem Aussagen hinsichtlich einer möglichen beeinträchtigten Wahrnehmung von Körperstimuli auf perzeptueller sowie auf kognitiv-affektiver Ebene bei Essstörungen zulassen. Anhand eines neuen theoretischen Modells

(*MINP*), das Zusammenhänge von Ebenen der interozeptiv-emotionalen Signalverarbeitung konzeptualisiert, sollen die vorliegenden Befunde erklärt werden.

In **Studie I** wurde das HEP als neuronaler Marker der automatischen kardial afferenten Verarbeitung bei Jugendlichen untersucht, sowie dessen Assoziationen mit interozeptiven Dimensionen überprüft. Hierbei waren maximale HEP-Amplituden über frontozentralen Clustern während eines Herzwahrnehmungstests feststellbar, welche positiv mit der kardialen IAcc assoziiert waren, wohingegen sich für die IS keine Zusammenhänge mit dem HEP zeigten.

In den **Studien II** und **III** wurden Strukturen des interozeptiven Netzwerkes mittels transkranieller Magnetstimulation (TMS) anhand eines kontinuierlichen Theta-Burst-Protokolls (cTBS) bei einer gesunden Stichprobe männlicher Studierender gehemmt und es wurden Beeinträchtigungen hinsichtlich verschiedener interozeptiver Dimensionen (IAcc, IS, IE, HEP) und interozeptiver Modalitäten (kardiales und respiratorisches System) sowie Veränderungen der subjektiven emotionalen Wahrnehmung von Bildstimuli und assoziierter elektrokortikaler Potenziale überprüft.

Hierbei zeigte sich in **Studie II** nach cTBS der rechten anterioren Insula eine Verringerung der kardialen und respiratorischen IAcc, der kardialen und respiratorischen Konfidenz und der HEP-Amplituden, wohingegen Zunahmen der IS sowie einer negativen IE zu verzeichnen waren. Bei cTBS des rechten somatosensorischen Kortex war lediglich eine Reduktion der kardialen IAcc feststellbar, jedoch wiederum eine Zunahme der IS.

In **Studie III** wurden nach cTBS des rechten frontotemporalen insulären Netzwerkes positiv valente Emotionsbilder als unangenehmer bewertet sowie negativ valente Emotionsbilder als angenehmer beurteilt im Vergleich zur Stimulation einer Kontrollregion. Zudem zeigten sich nach cTBS des frontotemporalen insulären Netzwerkes positive Assoziationen der respiratorischen IAcc mit P3-Amplituden für emotionale Stimuli sowie positive Assoziationen einer Verminderung der kardialen IAcc mit einer Abnahme des emotionalen Arousal für negativ valente Stimuli. Bei cTBS des rechten somatosensorischen Kortex zeigten sich positivere Valenzratings für negative Stimuli sowie erhöhte N2- und verminderte P3-Amplituden für positive Stimuli. Zudem waren bei cTBS dieses Areals Verschlechterungen der kardialen IAcc mit einer Reduktion von P3-Amplituden für negativ valente Stimuli assoziiert.

In **Studie IV** bewerteten Patientinnen mit Bulimia nervosa (BN) sowie eine Kontrollgruppe (KG) Körperbilder von Frauen verschiedener Gewichtskategorien hinsichtlich Gewicht, Valenz und Arousal, wobei zusätzlich während der Bildbetrachtung ereigniskorrelierte Potenziale

erfasst wurden. Frauen mit BN bewerteten hierbei untergewichtige Frauenkörper als positiver im Vergleich zur KG und zeigten erhöhte Amplituden der Slow wave im EEG. Zudem gaben die Patientinnen bei Betrachtung übergewichtiger Körper ein höheres Arousal sowie ein höheres geschätztes Gewicht im Vergleich zur KG an. Die Patientinnen wiesen zudem höhere P2-Amplituden bezüglich übergewichtiger Körper auf und es waren positive Assoziationen der P2 mit Subskalen des Eating Disorder Inventory-2 feststellbar. Bei der KG waren hingegen lediglich erhöhte N2- und Slow wave-Amplituden gegenüber untergewichtiger Frauenkörper feststellbar. Zudem zeigte die KG erhöhte P3-Amplituden bezüglich über- und normalgewichtiger Körper.

Die vorliegenden Studien bestätigten zum einen die Relevanz des HEP als Marker der automatischen kortikalen Verarbeitung kardial afferenter Signale bei Jugendlichen und Erwachsenen. Zudem erwiesen sich das rechte frontotemporale insuläre Netzwerk sowie der rechte somatosensorische Kortex als relevante Strukturen für sowohl interozeptive als auch für emotionale Wahrnehmungsprozesse. In Hinblick auf die Verarbeitung von Körperstimuli bei der BN-Stichprobe zeigte sich eine beeinträchtigte perzeptuelle als auch kognitiv-affektive Verarbeitung, und zwar auf subjektiver als auch auf elektrophysiologischer Ebene. Die Ergebnisse der einzelnen Studien zu Assoziationen verschiedener interozeptiver Dimensionen lassen sich im Rahmen eines neu konzipierten interozeptiven Modells (MINP) einordnen.

In Folgestudien sollte das HEP auch als möglicher Marker einer beeinträchtigten automatischen kortikal interozeptiven Signalverarbeitung in klinischen Stichproben untersucht werden und es sollten Zusammenhänge zu Emotionsverarbeitungsprozessen überprüft werden. In weiteren Neurostimulationsstudien sollten bisherige Befunde repliziert werden und es sollte eine Stimulation anstelle einer Hemmung interozeptiver Netzwerke angestrebt werden, auch unter Verwendung weiterer Verfahren, wie z. B. der transkraniellen Gleichstromstimulation (*tDCS*). Zudem sollten weitere interozeptive Modalitäten, wie z. B. das gastrische System, untersucht werden und auch angenommene Assoziationen interozeptiver Dimensionen des MINP-Modells sollten evaluiert werden. Des Weiteren wäre es von Interesse, in verschiedenen klinischen Stichproben mögliche positive Effekte von Neurostimulationsverfahren auf interozeptive und auf emotionale Prozesse näher zu erforschen. Therapieansätze für Essstörungen sollten zukünftig sowohl die perzeptuelle als auch die kognitiv-affektive Körperbildkomponente berücksichtigen.